



(21) 申请号 201880035873.2

(22) 申请日 2018.05.21

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 110692130 A

(43) 申请公布日 2020.01.14

(30) 优先权数据
15/609,570 2017.05.31 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2019.11.29

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/US2018/033656 2018.05.21

(87) PCT国际申请的公布数据
W02018/222430 EN 2018.12.06

(73) 专利权人 朗姆研究公司
地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 乔恩·麦克切斯尼 王雨后
达蒙·蒂龙·格内蒂
亚历山大·帕特森

(74) 专利代理机构 上海胜康律师事务所 31263
专利代理师 李献忠 张静

(51) Int.Cl.

H01L 21/67 (2006.01)

H01L 21/687 (2006.01)

H01L 21/683 (2006.01)

H01J 37/32 (2006.01)

(56) 对比文件

US 8902429 B1, 2014.12.02

US 2017050211 A1, 2017.02.23

KR 20160111835 A, 2016.09.27

US 2014125860 A1, 2014.05.08

JP 2006173223 A, 2006.06.29

US 2015371831 A1, 2015.12.24

US 2016125589 A1, 2016.05.05

US 2002086118 A1, 2002.07.04

US 2015311129 A1, 2015.10.29

US 2016211166 A1, 2016.07.21

US 2012237682 A1, 2012.09.20

US 2007224709 A1, 2007.09.27

US 9026244 B1, 2015.05.05

审查员 王红芬

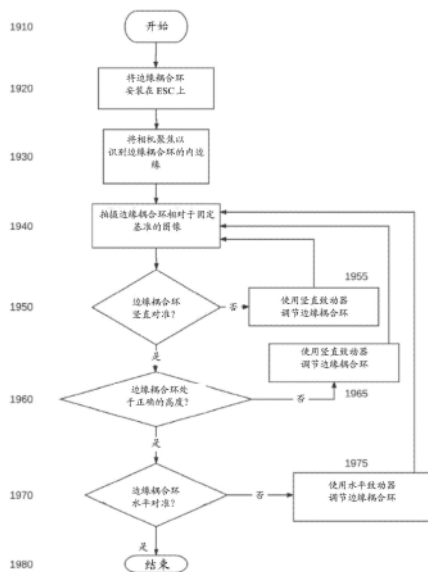
(54) 发明名称

用于可调/可更换边缘耦合环的检测系统

(57) 摘要

一种衬底处理系统包括处理室。在处理室中布置有基座。边缘耦合环被布置成邻近基座并且围绕衬底的径向外边缘。致动器配置成相对于衬底选择性地移动边缘耦合环以改变边缘耦合环的边缘耦合轮廓。衬底处理系统包括基于相机的检测系统，其指示致动器调节边缘耦合环的位置。相机被配置为与控制器通信，并且控制器调节相机的位置和/或焦点。响应于来自相机的边缘耦合环状况信息，控制器操作致动器以竖直移动边缘耦合环。响应于来自相机的边缘耦合环位置信息，控制器操作致动器以水平移动边缘耦合环。

权利要求书3页 说明书15页 附图35页



1. 一种衬底处理系统,其包括:
 - 具有第一侧观察口的处理室;
 - 设置在所述处理室中的基座;
 - 围绕所述基座的衬里,所述衬里具有至少一个开口;
 - 邻近所述基座设置的边缘耦合环,所述边缘耦合环包括当所述衬底被放置在基座上时位于所述衬底的径向外边缘的外部并围绕所述衬底的径向外边缘的第一部分;
 - 致动器,其被配置成相对于(i)所述衬底和(ii)所述边缘耦合环的位于所述第一部分的径向内侧的第二部分选择性地移动所述边缘耦合环的第一部分,以改变所述边缘耦合环的边缘耦合轮廓,其中,所述致动器被配置成将第一部分移动到至少一个位置,在该位置,所述第一部分的上表面在所述衬底的上表面上方;和
 - 检测器系统,其被配置为检测所述边缘耦合环的状况,该检测器系统包括:
 - 相机,其被配置为穿过所述第一侧观察口获得所述边缘耦合环的面向等离子体的表面的图像数据,其中所述图像数据包括所述边缘耦合环的内边缘;和
 - 第一控制器,其被配置为接收所述图像数据,识别所述图像数据中的所述边缘耦合环的所述内边缘,并基于所述经识别的内边缘确定所述边缘耦合环的所述面向等离子体的表面的状况和位置中的至少一个。
2. 根据权利要求1所述的衬底处理系统,其中,所述检测器系统还包括照明装置,所述照明装置被配置为向所述相机提供光以获取所述边缘耦合环的所述图像数据。
3. 根据权利要求2所述的衬底处理系统,其中,所述照明装置通过所述第一侧观察口提供光。
4. 根据权利要求2所述的衬底处理系统,其中,所述处理室包括第二观察口,并且其中,所述照明装置通过所述第二观察口提供光。
5. 根据权利要求1所述的衬底处理系统,其还包括:
 - 气体输送系统,其构造成将处理气体和载气输送到所述处理室;和
 - 等离子体发生器,其被配置为在所述处理室中产生等离子体以蚀刻所述衬底。
6. 根据权利要求5所述的衬底处理系统,其中,所述等离子体发生器为所述相机提供光,以获取所述边缘耦合环的图像数据。
7. 根据权利要求1所述的衬底处理系统,其中,所述致动器响应于表明所述边缘耦合环的所述面向等离子体的表面被腐蚀的状况而相对于所述衬底竖直地移动所述边缘耦合环。
8. 根据权利要求1所述的衬底处理系统,其中,所述致动器响应于表明所述边缘耦合环未对准的状况而相对于所述衬底水平地移动所述边缘耦合环。
9. 根据权利要求1所述的衬底处理系统,其中,所述致动器响应于表明所述边缘耦合环未对准的状况而相对于所述衬底竖直地移动所述边缘耦合环的所述第一部分。
10. 根据权利要求1所述的衬底处理系统,其还包括第二控制器,所述第二控制器被配置为响应于所述第一控制器以控制所述致动器,从而选择性地移动所述边缘耦合环的所述第一部分。
11. 根据权利要求10所述的衬底处理系统,其中,所述第二控制器被配置为响应于所述边缘耦合环的充分腐蚀的确定来实现所述边缘耦合环的更换。
12. 根据权利要求1所述的衬底处理系统,其中,将所述相机瞄准所述边缘耦合环以获

得所述图像数据。

13. 根据权利要求1所述的衬底处理系统,其还包括布置在所述基座上的静电卡盘(ESC),其中,将所述相机瞄准所述衬底和所述ESC中的至少一个,以获得所述图像数据。

14. 根据权利要求1所述的衬底处理系统,其中,所述图像数据包括所述边缘耦合环的相对于所述衬里中的所述至少一个开口的区段的图像数据,并且其中,所述第一控制器计算所述边缘耦合环的所述区段和所述至少一个开口的顶部之间的高度,以确定边缘耦合环的状况和位置中的至少一个。

15. 根据权利要求14所述的衬底处理系统,其中,所述衬里具有多个开口;其中,所述图像数据包括所述边缘耦合环的相对于所述衬里中的所述多个开口的所述区段的图像数据,并且其中,所述第一控制器计算所述边缘耦合环的所述区段与所述多个开口的相应顶部之间的多个高度,并且其中,所述第一控制器比较所述多个高度以确定所述边缘耦合环的所述状况和所述位置中的至少一个。

16. 根据权利要求1所述的衬底处理系统,其中,所述第一控制器响应于检测到的所述边缘耦合环的状况来调节所述相机的位置。

17. 一种衬底处理系统中,其包括:具有第一侧观察口的处理室;布置在所述处理室中的基座;围绕所述基座的衬里;所述衬里具有多个开口,以及邻近所述基座布置的边缘耦合环,所述边缘耦合环包括第一部分,该第一部分位于所述基座上的衬底的径向外边缘的外部并且围绕所述基座上的衬底的径向外边缘,

用于检测所述边缘耦合环的状况和位置中的一个或多个的检测器系统,该检测器系统包括:

相机,其通过所述第一侧观察口获得所述边缘耦合环的图像数据,其中所述图像数据包括所述边缘耦合环的内边缘;和

控制器,其接收所述图像数据,识别所述图像数据中的所述边缘耦合环的所述内边缘,并基于所述经识别的内边缘确定所述边缘耦合环的面向等离子体的表面的所述位置和所述状况中的至少一个;

其中,所述图像数据包括所述边缘耦合环的相对于所述衬里中的所述多个开口的区段的图像数据,并且其中,所述控制器计算所述边缘耦合环的所述区段与所述多个开口的不同顶部之间的多个高度,并且其中,所述控制器比较所述多个高度以确定所述边缘耦合环的所述状况和所述位置中的一个。

18. 根据权利要求17所述的衬底处理系统,其中,所述衬底处理系统还包括布置在所述基座上的静电卡盘,并且其中,将所述相机瞄准所述衬底和所述静电卡盘中的一个来获得所述图像数据。

19. 一种用于确定衬底处理系统中的边缘耦合环的状况和位置中的至少一个的方法,该方法包括:

识别所述边缘耦合环的内边缘;

获取所述边缘耦合环相对于固定基准的图像数据;

处理所述图像数据以确定所述边缘耦合环是否竖直对准;

响应于确定所述边缘耦合环未竖直对准,竖直调节所述边缘耦合环;

确定所述边缘耦合环的所述内边缘是否处于预定高度;

响应于确定所述边缘耦合环的所述内边缘不在所述预定高度,确定所述边缘耦合环是否能竖直调节;以及

响应于确定所述边缘耦合环能竖直调节,竖直调节所述边缘耦合环。

20. 根据权利要求19所述的方法,其还包括:

响应于确定所述边缘耦合环不能竖直调节,指示更换所述边缘耦合环。

21. 根据权利要求19所述的方法,其中,确定所述边缘耦合环是否能竖直调节包括:确定自从将所述边缘耦合环安装在所述衬底处理系统中以来,是否已经有了预定数量的半导体处理循环。

22. 根据权利要求19所述的方法,其中,确定所述边缘耦合环是否能竖直调节包括:确定自从将所述边缘耦合环安装在所述衬底处理系统中以来,预定量的时间是否已经过去。

23. 根据权利要求19所述的方法,其中,确定所述边缘耦合环是否能竖直地调节包括:确定所述边缘耦合环是否已经竖直地升高到其最大程度。

24. 根据权利要求19所述的方法,其中,竖直地调节所述边缘耦合环包括:相对于所述边缘耦合环的一部分竖直地调节所述边缘耦合环的另一部分。

25. 根据权利要求19所述的方法,其还包括:

确定所述边缘耦合环是否水平对准;以及

响应于确定所述边缘耦合环未水平对准,水平调节所述边缘耦合环。

26. 根据权利要求25所述的方法,其中,水平调节所述边缘耦合环包括相对于所述衬底处理系统中的基座移动所述边缘耦合环,所述衬底被布置在所述基座上。

用于可调/可更换边缘耦合环的检测系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2017年5月31日提交的美国申请No.15/609,570的优先权,该申请是2015年5月6日提交的美国申请No.14/705,430的部分继续申请。该申请进而是2015年1月16日提交的美国专利申请No.14/598,943的部分继续申请。本申请通过引用将其全部内容并入本文。

技术领域

[0003] 本公开涉及衬底处理系统,更具体地,涉及衬底处理系统的边缘耦合环,并且更具体地,涉及用于衬底处理系统的边缘耦合环的检测系统。更特别地,本公开涉及用于检测衬底处理系统的边缘耦合环的位置和/或状况的检测系统。

背景技术

[0004] 这里提供的背景描述是为了一般地呈现本公开的上下文的目的。目前所指名的发明人的工作,在该背景技术部分中描述的程度以及本说明书的可能在申请时不被另外认为是现有技术的一部分,既不明确地也不隐含地被承认为针对本公开的现有技术。

[0005] 衬底处理系统可用于执行诸如半导体晶片之类的衬底的蚀刻和/或其它处理。衬底可以布置在衬底处理系统的处理室中的基座上。例如在等离子体蚀刻器中的蚀刻期间,将包括一种或多种前体的气体混合物引入到处理室中,并且激励等离子体以蚀刻衬底。

[0006] 边缘耦合环已经用于调节靠近衬底的径向外边缘的等离子体的蚀刻速率和/或蚀刻轮廓。边缘耦合环通常围绕衬底的径向外边缘位于基座上。可以通过改变边缘耦合环的位置、边缘耦合环的内边缘的形状或轮廓、边缘耦合环相对于衬底的上表面的高度、边缘耦合环的材料等来改变衬底的径向外边缘处的工艺条件。

[0007] 改变边缘耦合环通常需要打开处理室,这是不希望有的。换句话说,边缘耦合环的边缘效应在不打开处理室的情况下不可能被改变。当在蚀刻期间边缘耦合环被等离子体腐蚀时,边缘耦合效应改变。校正边缘耦合环的腐蚀需要打开处理室以更换边缘耦合环。

[0008] 现在参考图1和2,衬底处理系统可以包括基座20和边缘耦合环30。边缘耦合环30可以包括单片或两个或更多个部分。在图1和图2的示例中,边缘耦合环30包括布置在衬底33的径向外边缘附近的第一环形部分32。第二环形部分34从衬底33下方的第一环形部分径向向内定位。第三环形部分36布置在第一环形部分32的下方。在使用期间,等离子体42被引导到衬底33处以蚀刻衬底33的暴露部分。边缘耦合环30被布置成帮助使等离子体成形,使得发生衬底33的均匀蚀刻。

[0009] 在图2中,在已经使用边缘耦合环30之后,边缘耦合环30的径向内部部分的上表面可以表现出如48处所示的侵蚀。结果,等离子体42可能趋于以比在44处可看到的在其径向内部部分的蚀刻速率更快的速率蚀刻衬底33的径向外边缘。

[0010] 在衬底处理系统中,边缘耦合环的一个或多个部分可以相对于衬底或基座竖直和/或水平移动。该移动在蚀刻或其他衬底处理期间改变了等离子体相对于衬底的边缘耦

合效应,而无需打开处理室。

[0011] 现在参照图3-5,衬底处理系统包括基座20和边缘耦合环60。边缘耦合环60可以由单个部分制成或者可以使用两个或更多个部分。在图3-5的示例中,边缘耦合环60包括布置在衬底33的径向外侧的第一环形部分72。第二环形部分74从衬底33下方的第一环形部分72径向向内定位。第三环形部分76布置在第一环形部分72下方。

[0012] 致动器80可以布置在各个位置以相对于衬底33移动边缘耦合环60的一个或多个部分,如将在下面进一步描述的。仅举例而言,在图3中,致动器80布置在边缘耦合环60的第一环形部分72和边缘耦合环60的第三环形部分76之间。在一些示例中,致动器80可包括压电致动器、步进马达、气动驱动器或其他合适的致动器。在一些示例中,使用一个、两个、三个或四个或更多个致动器。在一些示例中,多个致动器均匀地布置在边缘耦合环60周围。致动器80可以布置在处理室的内部或外部。

[0013] 在使用期间,等离子体82被引导到衬底33以蚀刻衬底33的暴露部分。边缘耦合环60被布置为帮助使等离子体电场成形,使得对衬底33的蚀刻均匀发生。从图4中的84和86可以看出,边缘耦合环60的一个或多个部分可能被等离子体82腐蚀。作为腐蚀的结果,在衬底33的径向外边缘附近可能发生对衬底33的不均匀蚀刻。通常,将需要停止处理,打开处理室并更换边缘耦合环。

[0014] 在图5中,使用致动器80移动边缘耦合环60的一个或多个部分以改变边缘耦合环60的一个或多个部分的位置。例如,致动器80可以用于移动边缘耦合环60第一环形部分72。在该示例中,致动器80沿向上或竖直方向移动边缘耦合环60的第一环形部分72,使得边缘耦合环60的第一环形部分72的边缘86相对于衬底33的径向外边缘较高。结果,改善了衬底33的径向外边缘附近的蚀刻均匀性。

[0015] 现在参照图6,可以理解,致动器可以布置在一个或多个其他位置,并且可以沿其他方向,例如水平、对角线等方向移动。可以执行边缘耦合环的一部分的水平运动以使边缘耦合效应相对于衬底居中。在图6中,致动器110径向布置在边缘耦合环60的外侧。此外,致动器110沿竖直方向(或上下方向)以及沿水平方向(或左右方向)移动。当对衬底的蚀刻显示出边缘耦合环相对于衬底的水平偏移时,可以使用水平重新定位。可以在不打开处理室的情况下校正水平偏移。同样,可以通过与致动其他致动器不同地致动一些致动器以校正或产生左右不对称性来执行边缘耦合环的倾斜。

[0016] 除了将致动器110定位在边缘耦合环的环形部分之间之外,还可以将致动器110附接到以114标识的径向外壁或其他结构。可替代地,致动器110可以由以116标识的壁或其他结构从下方支撑。

[0017] 现在参考图7-8,示出了边缘耦合环150和压电致动器154的另一示例。在该示例中,压电致动器154使边缘耦合环150运动。压电致动器154安装在边缘耦合环60的第一环形部分72和第三环形部分76中。在图8中,压电致动器154移动边缘耦合环150的第一环形部分72以调节第一环形部分72的边缘156的位置。

[0018] 保持处理室关闭可能会给观察边缘耦合环的状况带来困难,因此很难确定何时调节环的位置以补偿腐蚀以及何时更换环。

[0019] 此外,当更换边缘耦合环时,可能难以适当地定位和/或对准边缘耦合环。

发明内容

[0020] 一种衬底处理系统包括处理室。处理室具有封闭的开口,通过该开口可以观察和/或测量室中的状况,包括邻近处理室中的基座并围绕衬底的径向外边缘布置的边缘耦合环的状况和/或位置。提供了一种检测系统,其检测边缘耦合环的状况和/或位置。

[0021] 在一个特征中,检测系统包括具有光学器件的相机,该光学器件适于能在不打开处理室的情况下观察边缘耦合环的状况。

[0022] 在一个特征中,该装置包括激光干涉仪,以在不打开处理室的情况下测量边缘耦合环的轮廓。

[0023] 取决于观察到的状况和/或测量结果,例如,响应于边缘耦合环的面向等离子体的表面的腐蚀,致动器配置为相对于衬底选择性地移动边缘耦合环的第一部分,以在不要求打开处理室的情况下改变边缘耦合环的边缘耦合轮廓。

[0024] 在其他特征中,致动器构造成相对于边缘耦合环的第二部分移动边缘耦合环的第一部分。

[0025] 在其他特征中,控制器被配置为响应于边缘耦合环的面向等离子体的表面的腐蚀而移动边缘耦合环。控制器在边缘耦合环暴露于预定数量的蚀刻循环之后自动移动边缘耦合环。控制器在边缘耦合环暴露于预定蚀刻时间段之后自动移动边缘耦合环。

[0026] 在其他特征中,致动器使边缘耦合环的第一部分相对于衬底竖直地移动。致动器使边缘耦合环的第一部分相对于衬底水平地移动。传感器或检测器配置为与控制器通信并检测边缘耦合环的腐蚀。

[0027] 在其他特征中,检测器是相机,其安装在处理室外部,并且通过室的侧观察口瞄准边缘耦合环。

[0028] 在其他特征中,相机可以使用等离子体照明或使用外部照明来提供边缘耦合环的状况和/或位置的图像或其他信息。在其他特征中,外部照明可以通过与相机瞄准的侧观察口相同的侧观察口来提供,或者可以通过不同的侧观察口来提供。

[0029] 在其他特征中,检测系统包括调节相机的位置和/或焦点的控制器。在其他特征中,移动致动器的控制器还调节相机的位置和/或焦点。相机被配置为与控制器通信,并且控制器调节相机的位置和/或焦点。响应于来自相机的边缘耦合环状况信息,控制器操作致动器以调节边缘耦合环相对于衬底的位置。响应于来自相机的边缘耦合环状况信息,控制器操作致动器以竖直移动边缘耦合环。响应于来自相机的边缘耦合环位置信息,控制器操作致动器以水平移动边缘耦合环。响应于来自相机的边缘耦合环方位信息,控制器操作致动器以使边缘耦合环的一侧相对于另一侧移动。

[0030] 在其他特征中,机械手被配置为与控制器通信并调节传感器的位置。该传感器包括深度计。该传感器包括激光干涉仪。致动器选择性地使边缘耦合环相对于衬底倾斜。致动器位于处理室的外部。杆构件穿过处理室的壁将致动器连接至边缘耦合环。

[0031] 在其他特征中,在杆构件和处理室的壁之间布置有密封件。控制器被配置为将边缘耦合环移动到第一位置以使用第一边缘耦合效应对衬底进行第一处理,然后移动到第二位置以使用第二边缘耦合效应对衬底进行第二处理。

[0032] 一种用于调节在衬底处理系统中的边缘耦合环的边缘耦合轮廓的方法包括在处理室中将边缘耦合环布置成与基座相邻。边缘耦合环布置在衬底的径向外边缘周围。该方

法包括使用致动器来相对于衬底选择性地移动边缘耦合环的第一部分,以改变边缘耦合环的边缘耦合轮廓。

[0033] 在其他特征中,该方法包括将处理气体和载气输送至处理室。该方法包括在处理室中产生等离子体以蚀刻衬底。该方法包括使用致动器移动边缘耦合环的第一部分而不需要打开处理室。边缘耦合环还包括第二部分。致动器构造成使边缘耦合环的第一部分相对于边缘耦合环的第二部分移动。该致动器选自压电致动器、步进马达致动器和气动驱动致动器组成的组。

[0034] 在其他特征中,该方法包括响应于边缘耦合环的面向等离子体的表面的腐蚀而移动边缘耦合环。该方法包括在边缘耦合环暴露于预定数量的蚀刻循环之后自动移动边缘耦合环。该方法包括在边缘耦合环暴露于预定蚀刻时间段之后自动移动边缘耦合环。该方法包括相对于衬底竖直地移动边缘耦合环的第一部分。该方法包括相对于衬底水平移动边缘耦合环的第一部分。

[0035] 在其他特征中,该方法包括相对于衬底竖直地移动边缘耦合环的第一部分。该方法包括相对于衬底水平地移动边缘耦合环的第一部分。传感器或检测器配置为与控制器通信并检测边缘耦合环的腐蚀。

[0036] 在其他特征中,该方法包括使用相机来感测边缘耦合环的腐蚀。该方法包括使用来自相机的图像来调节边缘耦合环的位置。该方法包括响应于相机提供的位置信息来操作致动器以调节边缘耦合环相对于衬底的位置。该方法包括响应于相机提供的关于边缘耦合环的状况的信息来操作致动器以竖直移动边缘耦合环。该方法包括响应于相机提供的关于边缘耦合环的位置的信息来操作致动器以水平移动边缘耦合环。该方法包括响应于相机提供的关于边缘耦合环的位置的信息,操作致动器以使边缘耦合环的一侧相对于另一侧运动。

[0037] 在其他特征中,该方法包括使用传感器来感测边缘耦合环的腐蚀。该传感器选自深度计和激光干涉仪组成的组。该方法包括相对于衬底选择性地倾斜边缘耦合环。致动器位于处理室的外部。

[0038] 在其他特征中,该方法包括将边缘耦合环移动到第一位置以使用第一边缘耦合效应对衬底进行第一处理,并且将边缘耦合环移动到第二位置以使用第二边缘耦合效应对衬底进行第二处理。

[0039] 根据详细描述、权利要求和附图,本公开的其它应用领域将变得显而易见。详细描述和具体示例仅旨在用于说明的目的,并且不意图限制本公开的范围。

附图说明

[0040] 根据详细描述和附图将更充分地理解本公开,其中:

[0041] 图1是根据现有技术的基座和边缘耦合环的侧视截面图;

[0042] 图2是根据现有技术的基座和边缘耦合环在边缘耦合环发生腐蚀之后的侧视截面图;

[0043] 图3是基座、边缘耦合环和致动器的示例的侧视截面图;

[0044] 图4是图3的基座、边缘耦合环和致动器在边缘耦合环发生腐蚀之后的侧视截面图;

[0045] 图5是图3的基座、边缘耦合环和致动器在边缘耦合环发生腐蚀并移动致动器之后的侧视截面图；

[0046] 图6是根据本公开的位于另一位置的基座、边缘耦合环和致动器的另一示例的侧视截面图；

[0047] 图7是根据本公开的基座、边缘耦合环和压电致动器的另一示例的侧视截面图；

[0048] 图8是图7的基座、边缘耦合环和压电致动器在已发生腐蚀并移动压电致动器之后的侧视截面图；

[0049] 图9是根据本公开的包括基座、边缘耦合环和致动器的衬底处理室的示例的功能框图；

[0050] 图10是示出根据本公开的用于操作致动器以移动边缘耦合环的方法的示例的步骤的流程图；

[0051] 图11是示出根据本公开的用于操作致动器以移动边缘耦合环的方法的另一示例的步骤的流程图；

[0052] 图12是根据本公开的包括边缘耦合环的处理室的示例的功能框图,该边缘耦合环可通过布置在处理室外部的致动器移动；

[0053] 图13A和图13B示出了根据本公开的边缘耦合环的左右倾斜的示例；以及

[0054] 图14示出了在衬底的处理期间用于移动边缘耦合环的方法的示例。

[0055] 图15是包括边缘耦合环和升降环的基座的示例的平面图；

[0056] 图16是边缘耦合环和升降环的示例的侧面截面图；

[0057] 图17是边缘耦合环被升降环提升并且边缘耦合环正被机械手臂拆卸的示例的侧视截面图；

[0058] 图18是可移动边缘耦合环和升降环的示例的侧视截面图；

[0059] 图19是图18的在升高位置的可移动边缘耦合环的侧视截面图；

[0060] 图20是图18的边缘耦合环正被升降环提升并且边缘耦合环正被机械手臂拆卸的示例的侧视截面图；

[0061] 图21是可移动边缘耦合环的示例的侧视截面图；

[0062] 图22是图21的正被致动器提升并被机械手臂拆卸的边缘耦合环的侧视截面图；

[0063] 图23是在不打开处理室的情况下更换边缘耦合环的方法的示例；

[0064] 图24是因为腐蚀而移动边缘耦合环并且在不打开处理室的情况下更换边缘耦合环的方法的示例；

[0065] 图25是因为腐蚀而升高边缘耦合环并且在不打开处理室的情况下更换边缘耦合环的方法的示例；

[0066] 图26是处理室的侧面截面图,其中检测器的一个示例安装在处理室的外部；

[0067] 图27是处理室的侧视截面图,其中检测器和照明装置的一个示例安装在处理室的外部；

[0068] 图28是处理室的侧视截面图,其中边缘耦合环处于蚀刻或腐蚀状态；

[0069] 图29A示出了衬里的放大侧视图,而图29B和29C示出了相对于衬里放置的好的和不好的边缘耦合环的示例；

[0070] 图30A-30C示出了具有不同的位置和状况的边缘耦合环的图像的示例；

- [0071] 图31是示出使用检测器对边缘耦合环进行成像的另一模式的侧视截面图；
- [0072] 图32是用于检查边缘耦合环以确定其对准静电卡盘的方法的示例；
- [0073] 图33是用于检查边缘耦合环以确定其状况的方法的示例。
- [0074] 在附图中，附图标记可以被重复使用以标识相似和/或相同的元件。

具体实施方式

[0075] 现在参考图9，示出了用于使用RF等离子体执行蚀刻的衬底处理室500的示例。衬底处理室500包括封闭衬底处理室500的其它部件并且包含RF等离子体的处理室502。衬底处理室500包括上电极504和包括下电极507的基座506。边缘耦合环503由基座506支撑并且布置在衬底508周围。一个或者多个致动器505可以用于移动边缘耦合环503。在操作期间，衬底508在上电极504和下电极507之间布置在基座506上。

[0076] 仅作为示例，上电极504可以包括引入和分配工艺气体的喷头509。喷头509可以包括杆部，杆部包括连接到处理室的顶表面的一端。基部部分通常是圆柱形的并且在与处理室的顶表面间隔开的位置处从杆部的相对端径向向外延伸。喷头的基部的面向衬底的表面或面板包括多个孔，处理气体或净化气体通过所述多个孔流动。或者，上电极504可以包括导电板，并且处理气体可以以另一种方式引入。下电极507可以布置在非导电基座中。或者，基座506可包括静电卡盘，该静电卡盘包括用作下电极507的导电板。

[0077] RF产生系统510产生RF电压并将其输出到上电极504和下电极507中的一个。上电极504和下电极507中的另一个可以是DC接地、AC接地或浮动。仅作为示例，RF产生系统510可以包括RF电压产生器511，其产生由匹配和分配网络512馈送到上电极504或下电极507的RF电压。在其他示例中，等离子体可以是感应地或远程地产生。

[0078] 气体输送系统530包括一个或多个气体源532-1、532-2、...和532-N(统称为气体源532)，其中N是大于零的整数。气体源供应一种或多种前体及其混合物。气体源还可以供应吹扫气体。也可以使用气化前体。气体源532通过阀534-1、534-2、...和534-N(统称为阀534)和质量流量控制器536-1、536-2、...和536-N(统称为质量流量控制器)连接到歧管540。歧管540的输出被馈送到处理室502。仅作为示例，歧管540的输出被馈送到喷头509。

[0079] 加热器542可以连接到布置在基座506中的加热器线圈(未示出)。加热器542可以用于控制基座506和衬底508的温度。阀550和泵552可以是用于从处理室502排出反应物。控制器560可以用于控制衬底处理室500的部件。控制器560也可以用于控制致动器505，以调节边缘耦合环503的一个或多个部分的位置。

[0080] 机械手570和传感器572可以用于测量边缘耦合环的腐蚀。在一些示例中，传感器572可以包括深度计。机械手570可以移动深度计以与边缘耦合环接触，从而测量腐蚀。或者，可以使用激光干涉仪(带有或不带有机械手570)来测量腐蚀而无需直接接触。如果激光干涉仪可以用直接的视线对准边缘耦合环定位，则可以省去机械手570。

[0081] 现在参考图10，示出了用于操作致动器以移动边缘耦合环的方法600的示例。在610，边缘耦合环的至少一部分相对于衬底定位在第一位置。在614，操作衬底处理系统。该操作可以包括对衬底的蚀刻或其他处理。在618，控制确定是否已经发生预定的蚀刻时间段或预定数量的蚀刻循环。如果如在618确定未超过预定时间段或循环数，则控制返回到614。

[0082] 当达到预定时间段或循环数时，控制在624确定是否达到最大预定蚀刻时间段、最

大蚀刻循环数是否已经发生和/或致动器移动的最大次数是否已经发生。

[0083] 如果624为假,则控制使用致动器移动边缘耦合环的至少一部分。边缘耦合环的移动可以自动、手动或以其组合方式进行,而无需打开处理室。如果624为真,则控制发送消息或以其他方式表明边缘耦合环应被维修/更换。

[0084] 现在参考图11,示出了用于操作致动器以移动边缘耦合环的方法700的示例。在710,将边缘耦合环的至少一部分相对于衬底定位在第一位置。在714,操作衬底处理系统。该操作可以包括对衬底的蚀刻或其他处理。在718,控制使用诸如深度计或激光干涉仪之类的传感器确定边缘耦合环的预定量的腐蚀是否已经发生。如果718为否,则控制返回到714。

[0085] 当预定量的腐蚀已经发生时,控制在724确定是否最大量的腐蚀已经发生。如果724为否,则控制使用致动器移动边缘耦合环的至少一部分。边缘耦合环的移动可以自动、手动或以其组合方式进行,而无需打开处理室。如果724为真,则控制发送消息或以其他方式表明边缘耦合环应维修/更换。

[0086] 除了前述之外,可以基于处理之后对衬底的蚀刻图案的检查来确定是否需要移动边缘耦合环。致动器可用于在不打开室的情况下调节边缘耦合环的边缘耦合轮廓。

[0087] 现在参考图12,处理室800包括布置在基座20上的边缘耦合环60。边缘耦合环60包括可通过布置在处理室800外部的一个或多个致动器804移动的一个或多个部分。在该示例中,部分72是可移动的。致动器804可以通过机械连杆机构810连接到边缘耦合环60的部分72。例如,机械连杆机构810可以包括杆构件。机械连杆机构810可以穿过处理室800的壁814中的孔811。可以使用诸如“O”形环之类的密封件812。机械连杆机构810可以穿过在诸如边缘耦合环60的部分76之类的一种或多种结构中的孔815。

[0088] 现在参考图13A和13B,示出了边缘耦合环830的左右倾斜。左右倾斜可用于校正左右错位。在图13A中,在衬底的相对侧上的边缘耦合环830的部分830-1和830-2以第一布置840布置。部分830-1和830-2可以与边缘耦合环830的部分832-1和832-2大致对准。致动器836-1和836-2分别布置在部分830-1和832-1以及830-2和832-2之间。

[0089] 在图13B中,致动器836-1和836-2移动边缘耦合环830的相应部分,使得边缘耦合环830移动到与图13A所示的第一布置840不同的第二布置850。可以理解,可以在处理之后检查衬底,并且可以根据需要调节相对于衬底的倾斜度而无需打开处理室。

[0090] 现在参照图14,示出了用于在衬底的处理期间移动边缘耦合环的方法900。换句话说,可以在同一处理室中的单个衬底上执行不同的处理。边缘耦合环的边缘耦合效应可以在同一处理室中对衬底进行的多次处理之间进行调节,然后对后续的衬底进行处理。在910,将衬底放置在基座上,并且如果需要,调节边缘耦合环的位置。在914,执行对衬底的处理。如果如在918处确定衬底的处理已完成了,则在922将衬底从基座移开。在924处,控制确定是否需要处理另一衬底。如果924为真,则该方法返回到910。否则该方法结束。

[0091] 如果918为假,并且衬底需要另外的处理,则该方法在930确定是否需要调节边缘耦合环。如果930为假,则该方法返回914。如果930为真,则在934,使用一个或多个致动器移动边缘耦合环的至少一部分,然后该方法返回到914。可以理解,可以在同一个处理室中在对同一个衬底的处理之间调节边缘耦合环。

[0092] 现在参考图15,边缘耦合环1014和升降环1018被布置成邻近并围绕基座1010的上表面。边缘耦合环1014包括径向内边缘,如上所述,该径向内边缘在蚀刻期间被布置为邻近

衬底。升降环1018布置在边缘耦合环1014的至少一部分的下方。当使用机械手臂去除边缘耦合环1014时,升降环1018用于将边缘耦合环1014升高到基座1010的表面上方。边缘耦合环1014可以被去除而无需将处理室打开至大气压。在一些示例中,升降环1018可以任选地包括在周向隔开的端部1020之间的开口部分1019,以为机械手臂提供间隙以去除边缘耦合环1014,如下所述。

[0093] 现在参考图16-17,更详细地示出了边缘耦合环1014和升降环1018的示例。在图16所示的示例中,基座可以包括通常以1021标识的静电卡盘(ESC)。ESC1021可以包括一个或多个堆叠的板,例如ESC板1022、1024、1030和1032。ESC板1030可以对应于中间的ESC板,并且ESC板1032可以对应于ESC基板。在一些示例中,0形环1026可以被布置在ESC板1024和1030之间。尽管示出了特定的基座1010,但是可以使用其他类型的基座。

[0094] 底部边缘耦合环1034可以布置在边缘耦合环1014和升降环1018的下方。底部边缘耦合环1034可以布置成与ESC板1024、1030和1032以及0形环1026相邻并且在其径向外侧。

[0095] 在一些示例中,边缘耦合环1014可以包括一个或多个自定心特征1040、1044和1046。仅举例而言,自定心特征1040和1044可以是三角形的凹形自定心特征,但也可以使用其他形状。自定心特征1046可以是倾斜表面。升降环1018可以包括一个或多个自定心特征1048、1050和1051。仅举例而言,自定心特征1048和1050可以是三角形的凸形自定心特征,但也可以使用其他形状。自定心特征1051可以是具有与自定心特征1046互补的形状的倾斜表面。升降环1018上的自定心特征1048可以与边缘耦合环1014上的自定心特征1044匹配。升降环1018上的自定心特征1050可以与底部边缘耦合环1034的自定心特征1052匹配

[0096] 升降环1018还包括径向向外延伸的突出部1054。凹槽1056可以布置在突出部1054的面向底部的表面1057上。凹槽1056被配置为由柱1060的一端偏移,该柱1060连接至致动器1064并由其选择性地竖直移动。致动器1064可以由控制器控制。可以理解的是,虽然示出了单个凹槽、柱和致动器,但是附加的凹槽、柱和致动器可以在升降环1018周围以间隔关系沿周向布置,以在向上方向上偏移升降环1018。

[0097] 在图17中,示出了边缘耦合环1014,其通过升降环1018使用柱1060和致动器1064在向上方向上升高了。边缘耦合环1014可以通过机械手臂被从处理室去除。更具体地,机械手臂1102通过保持器1104连接到边缘耦合环1014。保持器1104可包括与边缘耦合环1014上的自定心特征1040配合的自定心特征1110。可以理解,机械手臂1102和保持器1104可以向上偏移边缘耦合环以离开升降环1018上的自定心特征1048。然后,机械手臂1102、保持器1104和边缘耦合环1014可以被从处理室移出来。机械手臂1102、保持器1104和新的边缘耦合环可以返回并定位在升降环1018上。然后,升降环1018下降。相反的操作可用于将新的边缘耦合环1014输送到升降环1018上。

[0098] 替代地,代替将机械手臂1102和保持器1104向上提升以将边缘耦合环1014抬起离开升降环1018,机械手臂1102和保持器1104可以定位在升高的边缘耦合环1014下方并与其接触。然后,升降环1018下降并且边缘耦合环1014保留在机械手臂1102和保持器1104上。机械手臂1102、保持器1104和边缘耦合环1014可以被从处理室移除。相反的操作可用于将新的边缘耦合环1014输送到升降环1018上。

[0099] 现在参考图18-20,示出了可移动边缘耦合环1238和升降环1018。在图18中,一个或多个柱1210由一个或多个致动器1214分别通过ESC衬底1032、底部边缘耦合环1034和升

升降环1018中的孔1220、1224和1228上下移动。在该示例中,在可移动边缘耦合环1238和升降环1018之间布置有中间边缘耦合环1240或间隔件。中间边缘耦合环1240可包括自定心特征1244和1246。相应的自定心特征1248可以设置在可移动边缘耦合环1238上。自定心特征1248与中间边缘耦合环1240上的自定心特征1246匹配。

[0100] 如上所详述的,在使用过程中,可移动边缘耦合环1238的朝上的表面可能发生腐蚀。这进而可能会改变等离子体的轮廓。可利用柱1210和致动器1214选择性地沿向上方向移动可移动边缘耦合环1238,以改变等离子体的轮廓。在图19中,图18的可移动边缘耦合环1238被示出处于升高位置。中间边缘耦合环1240可以保持静止。最终,可移动边缘耦合环1238可被移动一次或多次,然后可更换边缘耦合环1238和中间边缘耦合环1240。

[0101] 在图20中,致动器1214返回到降低状态,并且致动器1064移动到升高状态。边缘耦合环1238和中间边缘耦合环1240被升降环1018提升,并且可移动边缘耦合环1238可以被机械手臂1102和保持器1104去除。

[0102] 可以理解,致动器可以布置在处理室内或处理室外。在一些示例中,边缘耦合环可以经由盒、负载锁、传送腔室等被供应到室。可替代地,边缘耦合环可以被存储在处理室的外部但是在衬底处理工具的内部。

[0103] 现在参考图21-22,在一些示例中可以省略升降环。边缘耦合环1310布置在底部边缘耦合环1034和基座的径向外边缘上。边缘耦合环1310可包括一个或多个自定心特征1316和1320。边缘耦合环1310还可包括用于容纳柱1210的顶表面的凹槽1324,该顶表面通过致动器1214偏置。自定心特征1320可被布置成抵靠底部边缘耦合环1034的对应的自定心特征1326。在一些示例中,自定心特征1320和1326是倾斜平面。

[0104] 在图22中,在发生腐蚀之后,致动器1214和柱1210使边缘耦合环1310向上偏置以去除边缘耦合环1310或调节等离子体轮廓。机械手臂1102和保持器1104可以移动到边缘耦合环1310下方的位置。自定心特征1316可以被在连接到机械手臂1102的支架1104上的自定心特征1110接合。机械手臂1102在向上的方向上移动以在凹槽1324和柱1210之间提供间隙,或者柱1210被致动器1214向下移动以便为凹槽1324提供间隙。

[0105] 现在参考图23,示出了用于在不将处理室打开至大气压的情况下更换边缘耦合环的方法1400。在1404,该方法确定边缘耦合环是否位于升降环上。如果1404为假,则在1408,该方法使用机械手臂将边缘耦合环移动到升降环上的位置。在边缘耦合环位于处理室中的升降环上之后,该工艺在1408运行。在1412,该方法使用上述任何标准确定边缘耦合环是否磨损。如果1412为假,则该方法返回到1408,并且该工艺可以再次运行。如果在1412确定边缘耦合环已磨损,则在1416更换边缘耦合环,并且该方法在1408继续。

[0106] 现在参考图24,方法1500根据需要调节可移动边缘耦合环的位置以补偿腐蚀,并且在确定可移动边缘耦合环磨损时选择性地更换可移动边缘耦合环。在1502,该方法确定可移动边缘耦合环是否位于升降环上。如果1502为假,则在1504将边缘耦合环移动到升降环上的位置,并且该方法在1502继续。

[0107] 如果1502为真,则该方法在1506确定是否需要调节可移动边缘耦合环的位置。如果1506为真,则该方法使用致动器调节可移动边缘耦合环的位置并返回到1506。当1506为假时,该方法在1510处运行该工艺。在1512,该方法确定可移动边缘耦合环是否磨损。如果为假,则方法返回1510。

[0108] 如果1512为真,则该方法在1520确定可移动边缘耦合环是否处于最高(或充分调节)位置。如果1520为假,则该方法在1524使用致动器1214调节可移动边缘耦合环的位置,并且该方法返回到1510。如果1520为真,则该方法使用致动器1064、升降环1018和机械手臂1102更换可移动边缘耦合环。

[0109] 现在参考图25,示出了用于在不将处理室打开至大气压的情况下更换边缘耦合环的方法1600。在1610,使用致动器将升降环和边缘耦合环向上偏置。在1620,机械手臂和保持器在边缘耦合环下方移动。在1624处,机械手臂向上移动以使边缘耦合环离开自定心特征,或者升降环向下移动。在1628,将带有边缘耦合环的机械手臂移出处理室。在1632,将边缘耦合环从机械手臂上拆下。在1636,由机械手臂拾取替换的边缘耦合环。在1638,将边缘耦合环定位在升降环上并使用一个或多个自定心特征对准。在1642处,降低机械手臂以便为自定心特征留出足够的间隙,并将机械手臂从腔室中移出。在1646,将升降环和边缘耦合环降低到合适位置。

[0110] 现在参考图26,现在将描述检测边缘耦合环状况和位置的特征。说明书的这一部分根据本发明的特征集中在检测器和检测方法上,其使得能够直接测量边缘耦合环的高度和腐蚀。先前已经提供了处理室的各种元件的细节,包括ESC、边缘耦合环、控制器和致动器的细节,为了简洁和清楚起见,这里将不再重复。

[0111] 在图26中,处理室1710具有位于室顶部上方的窗1715。室1710中的基座1720具有安装在其上的静电卡盘(ESC)1725。ESC1725附近是致动器机构1730、1735,其使边缘耦合环1740水平和/或竖直地移动,如前文所述。致动器机构1730、1735中的任何一个或两个都可以如相对于前面的附图所描述的那样安装。晶片1750位于ESC1725上、在边缘耦合环1740之内。

[0112] 相机1760安装在附接机构1765上,以通过室1710中的侧观察口1770观察边缘耦合环1740。附接机构1765可以是支架、对接机构或其他合适的附接机构,其使得相机1760能相对于侧观察口1770进行适当的竖直以及/或者水平移动,并且能够将相机1760适当地聚焦在边缘耦合环1740的适当部分上。在一个特征中,侧观察口1770包括快门1775,以在晶片处理期间保护侧观察口中的材料。在一个特征中,快门1775使用气动闸阀操作。

[0113] 在一个特征中,如图所示,附接机构1765将相机1760安装在室1710上。在另一特征中,附接机构1765将相机1760安装在紧邻室1710的结构上。

[0114] 在一些特征中,控制器(如先前附图所示)控制相机1760的致动、聚焦和定位。在一些特征中,单独的控制器1800为相机提供致动、聚焦和定位中的一个或多个。在某些特征中,相机本身提供了自己的对焦机制,但此处所述的控制器之一是基于对所提供图像的单独分析来补充相机自身的对焦。

[0115] 在其他特征中,相机1760被安装成使得能通过窗1715观看。在图26中,相机1760被示为聚焦在边缘耦合环1740的内边缘上。边缘耦合环1740被描绘为在安装在室1710中时处于其新状态。

[0116] 相机1760具有足够的分辨率(例如,像素数)以产生具有合适尺寸的图像,以使得能够确定边缘耦合环1740的状况和位置,并提供对环高度和环腐蚀的直接测量。在某些特征中,相机使用微距镜头在微距(特写)模式下操作。在其他特征中,透镜可以是提供适当放大率的光学变焦透镜。能够产生足够的信息(例如图像)以确定环的状况和位置的像素数和

放大率(微缩、光学变焦、或者在某些特征中是数字变焦)的任何组合都将是接受的。在一些特征中,相机1760可以结合微缩和/或变焦摄影使用高动态范围(HDR)成像来操作。

[0117] 在一个特征中,为了使室1710中有足够的光来照亮边缘耦合环1740,等离子光就足够了。在其他特征中,提供了外部光源,例如发光二极管(LED)源。在图27中,除了在图26中描绘的元件之外,在一些特征中,外部照明装置1780在室1710内提供了照明。在一个特征中,如图所示,附接机构1785将照明装置1780安装在室1710上。在另一特征中,附接机构1785将照明装置1780安装在邻近室的结构上。在一个特征中,照明装置1780附接至相机1760上。根据各种特征,该附接是机械的、或电气的或两者兼有。在一些特征中,提供了另外的侧观察口1790,照明装置1780通过该另外的侧观察口1790将光发射到室1710中。附接机构1785可以是支架、对接机构或其他合适的附接机构,其使得相机1760能够相对于侧观察口1790适当地竖直和/或水平移动。在一些特征中,另外的侧观察口1790与侧观察口1770在室1710的同一侧。在其他特征中,另外的侧观察口1790与侧观察口1770可以在室1710的不同侧上。在一个特征中,侧观察口1790包括快门1795,以在晶片处理期间保护侧观察口1790中的材料。在一个特征中,快门1795使用气动闸阀操作。在其他特征中,照明装置1780通过与相机1760使用的侧观察口1770相同的侧观察口1770发射光,在这种情况下,不需要单独的侧观察口1790。

[0118] 为了易于分别示出两个侧观察口1770、1790,在图27中的室1710被描绘为比在图26中的稍高,但是在某些特征中,室在两个图中都具有相同的尺寸。如果等离子体光用作光源,则不需要另外的侧观察口1790。

[0119] 在操作中,相机1760的焦点和/或位置可能漂移。在一个特征中,控制器1800监视相机1760的焦点和位置,并进行适当的调节。

[0120] 图28的所有元件除了边缘耦合环1740'被腐蚀外都与图27相同,边缘耦合环1740'的内半径短于外半径。如前所述,随着晶片处理系统处理越来越多的晶片,这种腐蚀或蚀刻发生。也如前所述,如果相机1760提供的图像表明边缘耦合环腐蚀太多而无法执行其在晶片边缘的蚀刻控制功能,则控制器560控制一个或两个致动器1730、1735以根据情况移动边缘耦合环1740'。在一个特征中,控制器560和1800彼此通信,使得控制器560响应于来自控制器1800的图像数据来操作适当的致动器。

[0121] 图29A是图15的平面图中所示的衬里1012中的开口1015的放大图。开口出现在衬里的侧视图中。衬里1012用作固定基准,相机可以聚焦在该固定基准上,以拍摄边缘耦合环的位置和状况的图像。

[0122] 图29B和29C分别示出了相对于衬里1012中的开口1015的边缘耦合环放置的好和坏的图像。在这些图中,边缘耦合环在每个图像的底部。在每个图中的深色部分是开口1015的部分。深色部分的高度一致性表明放置的质量。在一个特征中,通过对沿深色部分的中心处的竖直轴的竖直深色像素的数量计数来确定深色部分的高度。在图29B中,深色部分的高度的相对相等以及这些部分的尺寸表明边缘耦合环被正确放置。在图29C中,深色部分的高度不一致,并且在图的右手侧的深色部分的高度相对较短,表明边缘耦合环是倾斜的。

[0123] 图30A-30C示出了在室中拍摄的,具有边缘耦合环1740的各种高度和状况的原始图像。图30A示出了新的边缘耦合环的状况,在并排放置以形成图30A的六个图像中看到,高度为3.0mm、3.2mm、3.4mm、3.6mm、3.8mm和4.0mm。图30B示出了在重新校准和升高磨损的边

缘耦合环之前,在与图30A相同的高度处,磨损的边缘耦合环的状况。图30C示出了在重新校准和升高环磨损的边缘耦合环之后,在与图30A和30B相同的高度处磨损的边缘耦合环的状况。

[0124] 在一个特征中,诸如图30A至图30C所示的图像之类的原始图像在第一种情况下可以通过观察几个不同的环高度和环条件,再次使用图15的衬里1012中的开口1015作为固定基准来校准相机。在一个特征中,可以如下执行校准。最初,当安装新的边缘耦合环时,可以例如使用一个或多个致动器来升高和降低环,从而拍摄在几个不同的环高度上的图像。测量环的不同高度(以像素为单位),并将这些测量结果与物理测量结果进行比较,可提供能够校准过渡边缘传感器(TES)的标准,从而对相机进行校准。校准对于解决相机漂移(无论在焦点上还是在焦距(放大倍数)中)很有用。例如,由于像素数和 μm 数之间的关系发生变化,因此放大倍数的漂移可能导致高度测量值发生变化。

[0125] 图31描绘了直接测量边缘耦合环的腐蚀的替代方式。在图26-28中,相机1760直接在边缘耦合环的内侧边缘上训练。然而,以该视图,相机可能倾向于提供边缘耦合环的整个顶表面的图像,从而潜在地隐藏或掩盖了实际的腐蚀量。由于难以将边缘耦合环的内边缘与边缘耦合环的上表面的其余部分区分开,因此难以测量边缘耦合环的内边缘的高度。图像可能会模糊。期望清楚地观察前边缘,以便测量其高度(以像素数表示,其转换为诸如 μm 之类的高度单位),从而确定腐蚀程度。

[0126] 为此目的,在图31中,代替直接看边缘耦合环的内部,相机1760可以获得边缘耦合环的内部的反射。反射可以来自ESC1725的表面,或者来自晶片1750的表面。这两个表面中的一个或两个都可以具有反射性质。然后,观察反射,相机1760获得边缘耦合环1840的反射1840'。(虚线示出了被腐蚀的部分1845及其“反射”1845'。)

[0127] 通过观察边缘耦合环的反射而不是观察环本身,避免了透视问题。在某些情况下,可以直接测量边缘耦合环的内边缘的高度,以便更清楚地确定边缘耦合环的状况。

[0128] 即使从边缘耦合环的反射来看,环腐蚀的可检测性也可能存在限制。因为腐蚀发生在边缘耦合环的内部,所以腐蚀减小了环的内边缘相对于外边缘的高度。减小量越大,环的上表面有效倾斜的程度越大。在某些时候,“倾斜”的程度可能很大,以致于很难在反射中辨别出环的内边缘,从而使得难以测量该内边缘的高度,并且因此难以测量腐蚀的程度。无法确定腐蚀的程度可能会导致致动器对环高度的调节要么太快要么太慢,甚至导致环更换太快或太慢。结果,或者边缘耦合环将被更换得太早,从而浪费了环的使用寿命,或者环将被提高或更换得太晚,导致在晶片的径向外边缘附近的蚀刻轮廓的变化。在一个特征中,随着腐蚀的进行,增加相机1760观看反射图像的角度可以补偿。

[0129] 图32描绘了使用来自相机的图像来安置边缘耦合环的方法。在1910开始该方法之后,在1920,机械手将边缘耦合环安装在ESC上。在1930,将相机聚焦以识别环的内边缘。如前所述,相机可以聚焦在边缘耦合环的内边缘上,也可以聚焦在所述环的在ESC或晶片上的反射上。

[0130] 在1940,相机拍摄边缘耦合环相对于固定基准(诸如图15的升降环)的图像。在1950,处理并分析图像以确定环是否竖直对准,即,边缘耦合环中是否存在任何倾斜(例如,如图29B所示)。如果存在倾斜,则在1955,控制器560控制一个或多个致动器以补偿倾斜,并且该方法返回至1940以获得更多图像并再次检查(在1950)是否仍然存在倾斜。

[0131] 如果边缘耦合环没有倾斜,则在1960,再次使用获得的图像确定边缘耦合环是否处于正确的高度。如果环没有处于正确的高度,则在1965,控制器560控制一个或多个竖直致动器来校正高度,并且该方法返回到1940以获得更多图像并再次检查(在1960)边缘耦合环是否处于正确的高度。在一个特征中,如果已经调节了倾斜度,则可以跳过1950,并且该方法可以直接从1940进行到1960。在另一个特征中,可以通过将1950和1960合并为一个分析,将1955和1965合并为一个处理,控制器560以单个动作控制竖直致动器,从而在一个步骤测量和调节倾斜度和高度

[0132] 一旦边缘耦合环处于适当的高度并竖直对准,则在1970确定边缘耦合环是否在ESC上水平对准。如果未水平对准,则在1975,控制器560使一个或多个水平致动器移动边缘耦合环,于是该方法返回到1940以获得更多图像并再次检查(在1970)边缘耦合环是否水平对准。在一个特征中,如果已经调节了竖直对准,则可以跳过1950和1960,并且该方法可以直接从1940进行到1970。

[0133] 在图32所示的方法中,竖直对准和水平对准不需要按所表明的顺序确定。顺序可以颠倒,使得水平对准先调节,然后再调节竖直对准。在一个特征中,控制器560可以接收关于边缘耦合环的定位的所有信息,并且一次控制多个致动器以对准边缘耦合环。根据此特征,可以将1950、1960和1970合并为一个分析,并将1955、1965和1975合并为一个处理。

[0134] 图33描绘了使用来自相机的图像来调节边缘耦合环的方法。该方法在2010开始之后,在2020,确定自安装环并开始晶片处理以来是否经过了预定时间段。如果否,则该方法返回到2020,以查看是否已经过了预定的时间段。

[0135] 在一个特征中,在2020,代替等待预定时间段,确定是否已经发生预定数量的处理循环。如果否,则该方法返回到2020以再次检查循环数。

[0136] 如果已经经过了预定时间段或已经发生了预定数量的处理循环,则在2030将相机聚焦以识别环的内边缘。如前所述,相机可以聚焦在边缘耦合环的内边缘上,也可以聚焦所述环的在ESC或晶片上的反射上。在2040,在聚焦之后,边缘耦合环相对于固定基准的图像被获取,并且环的内边缘的高度被测量。在2050,如果确定该内边缘在晶片表面上方至少预定高度,则在2055,确定等待预定时间段。在一个特征中,确定等待预定数量的晶片处理循环,而不是等待预定时间段。在经过预定时间段或发生预定数量的循环之后,该方法返回到2030,在该步骤中重新聚焦相机,然后返回到2040,在该步骤中拍摄更多图像,并重复在2050处的确定。

[0137] 如果确定边缘耦合环的内边缘不高于晶片表面至少预定高度,则在2060,控制器560控制竖直致动器以升高边缘耦合环。在2070,确定自安装边缘耦合环以来是否已经有了预定数量的循环。如果否,则该方法返回到2055并等待预定的时间段。在一个特征中,在2055,该方法可以等待预定数量的循环。

[0138] 如果在2070确定已经经过了预定数量的循环,则在2080更换边缘耦合环。在一个特征中,代替查看是否已经经过预定数量的循环,可以测量致动器的延伸量。如果致动器的延伸超过预定量,则可以确定边缘耦合环应该被更换。在另一个特征中,可以确定自边缘耦合环的安装以来是否已经过去了预定时间段,而不是之前的替代方案中的任一个。如果经过了这样的时间段,则可以确定应该更换边缘耦合环。

[0139] 更换边缘耦合环后,该方法可以在2090结束,或者可以重新开始。

[0140] 前面的描述本质上仅仅是说明性的,并且决不意图限制本公开、其应用或用途。本公开的广泛教导可以以各种形式实现。因此,尽管本公开包括特定示例,但是本公开的真实范围不应当如此限制,因为在研究附图、说明书和所附权利要求时,其他修改将变得显而易见。如本文所使用的,短语“A、B和C中的至少一个”应当被解释为意味着使用非排他性逻辑或(OR)的逻辑(A或B或C),并且不应被解释为表示“A中的至少一个,B中的至少一个和C中的至少一个”。应当理解,在不改变本公开的的原理的情况下,可以以不同的顺序(或同时)执行方法中的一个或多个步骤。

[0141] 在一些实现方式中,控制器是系统的一部分,所述系统可以是上述示例的一部分。这样的系统可以包括半导体处理设备,所述半导体处理设备包括一个或多个处理工具、一个或多个室、用于处理的一个或多个平台、和/或特定处理部件(晶片基座、气流系统等)。这些系统可以与用于在半导体晶片或衬底的处理之前、期间和之后控制其操作的电子器件集成。电子器件可以被称为“控制器”,其可以控制一个或多个系统的各种部件或子部件。根据处理要求和/或系统类型,控制器可以被编程以控制本文公开的任何处理,包括处理气体的输送、温度设置(例如加热和/或冷却)、压力设置、真空设置、功率设置、射频(RF)产生器设置、RF匹配电路设置、频率设置、流率设置、流体输送设置、位置和操作设置、进出工具以及其他输送工具和/或连接到特定系统或与特定系统接口的装载锁的晶片输送。

[0142] 广义地说,控制器可以定义为具有接收指令、发出指令、控制操作、启用清洁操作、启用终点测量等的各种集成电路、逻辑、存储器和/或软件的电子设备。集成电路可以包括存储程序指令的固件形式的芯片、数字信号处理器(DSP)、限定为专用集成电路(ASIC)的芯片、和/或一个或多个微处理器、或执行程序指令(例如,软件)的微控制器。程序指令可以是以各种单个的设置(或程序文件)的形式传送到控制器的指令,所述单个的设置(或程序文件)定义用于在半导体晶片上或为半导体晶片或系统执行特定处理的操作参数。在一些实施方式中,操作参数可以是由工艺工程师定义的配方的一部分,以在晶片的一个或多个层、材料、金属、氧化物、硅、二氧化硅、表面、电路和/或管芯的制备过程中完成一个或多个处理步骤。

[0143] 在一些实现方式中,控制器可以是计算机的一部分或耦合到计算机,所述计算机与系统集成、耦合到系统、以其他方式联网到系统或这些的组合。例如,该控制器可以在“云”中,或在晶片厂(fab)主机计算机系统的全部或部分中,其使得能够对晶片处理进行远程访问。计算机可以实现对系统的远程访问以监控制备操作的目前进展,研究过去的制备操作的历史,从多个制备操作来研究趋势或性能指标,改变当前处理的参数,设置当前处理之后的处理步骤,或开始新的处理。在一些示例中,远程计算机(例如服务器)可以通过网络(其可以包括本地网络或因特网)向系统提供工艺配方。远程计算机可以包括使得能够输入或编程参数和/或设置的用户接口,然后将所述参数和/或设置从远程计算机传送到系统。在一些示例中,控制器以数据的形式接收指令,所述指令指定在一个或多个操作期间要执行的每个处理步骤的参数。应当理解,对于要执行的处理的类型和与控制器接口或由控制器控制的工具的类型,参数可以是特定的。因此,如上所述,控制器可以是分布式的,例如通过包括一个或多个联网在一起并朝着共同目的(例如,本文所述的处理和控制在)而工作的离散控制器。用于这种目的的分布式控制器的示例是在与远程(例如在平台级或作为远程计算机的一部分)定位的一个或多个集成电路通信的室上的一个或多个集成电路,它们结合

以控制在室上的处理。

[0144] 示例系统可以包括但不限于,等离子体蚀刻室或模块、沉积室或模块、旋转漂洗室或模块、金属电镀室或模块、清洁室或模块、倒角边缘蚀刻室或模块、物理气相沉积 (PVD) 室或模块、化学气相沉积 (CVD) 室或模块、原子层沉积 (ALD) 室或模块、原子层蚀刻 (ALE) 室或模块、离子注入室或模块、轨道室或模块、以及可以与半导体晶片的制备和/或制造相关联或在半导体晶片的制备和/或制造中使用的任何其他半导体处理系统。

[0145] 如上所述,根据由工具要执行的一个或多个工艺步骤,控制器可以与一个或多个其它工具电路或模块、其他工具部件、群集工具、其它工具接口、相邻工具、邻近工具、位于整个工厂中的工具、主计算机、另一控制器、或在半导体制造工厂中将晶片容器往返工具位置 and/或装载端口输送的材料运输中使用的工具通信。

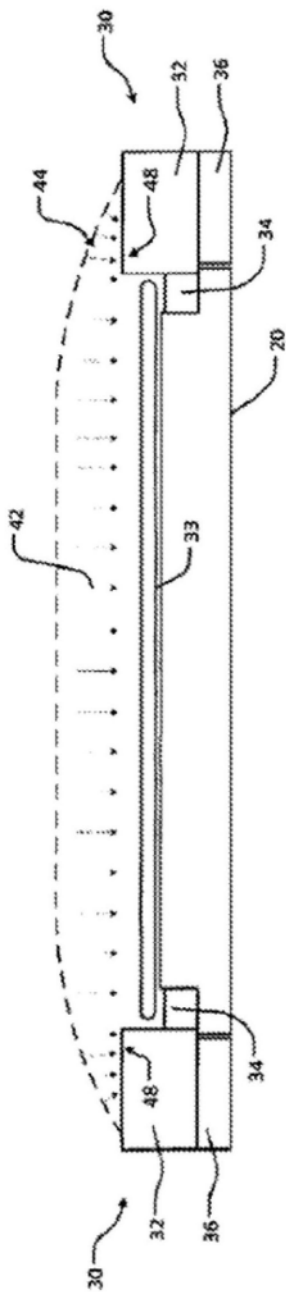


图1现有技术

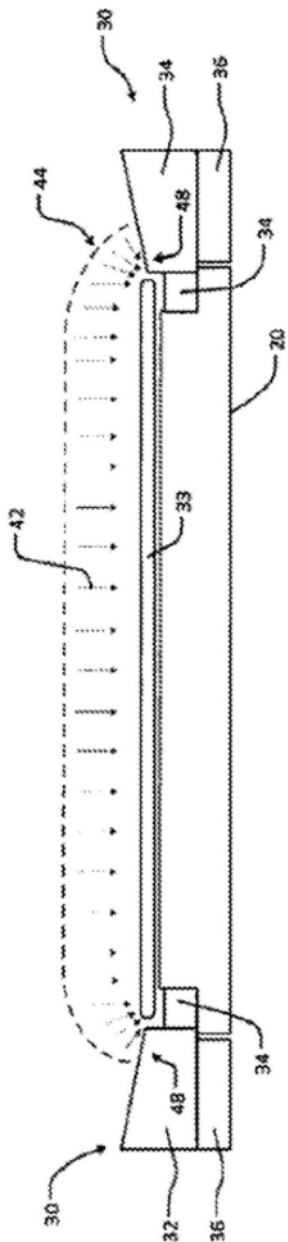


图2现有技术

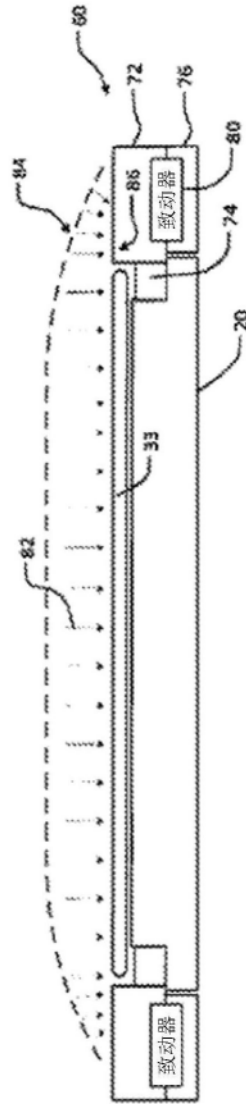


图3

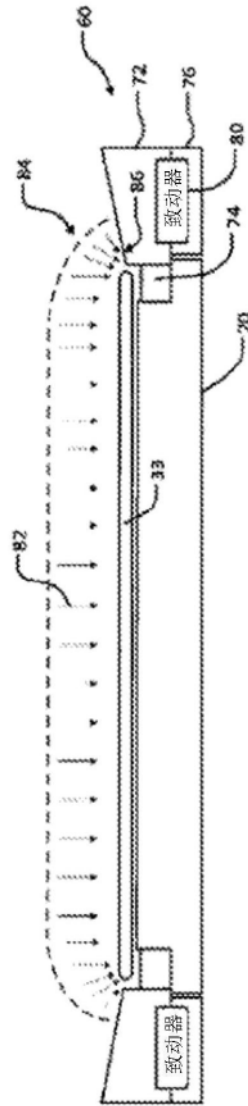


图4

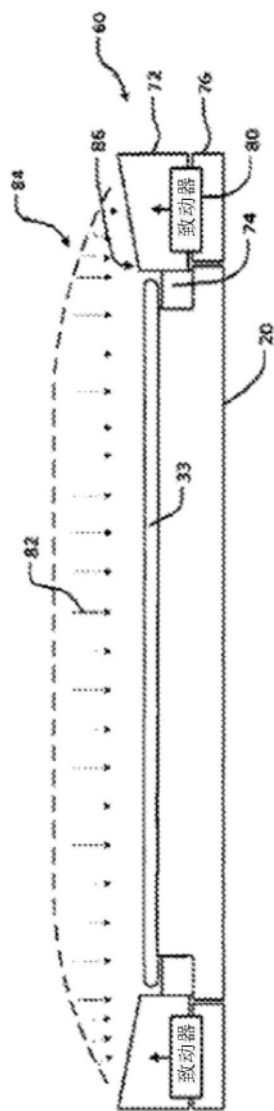


图5

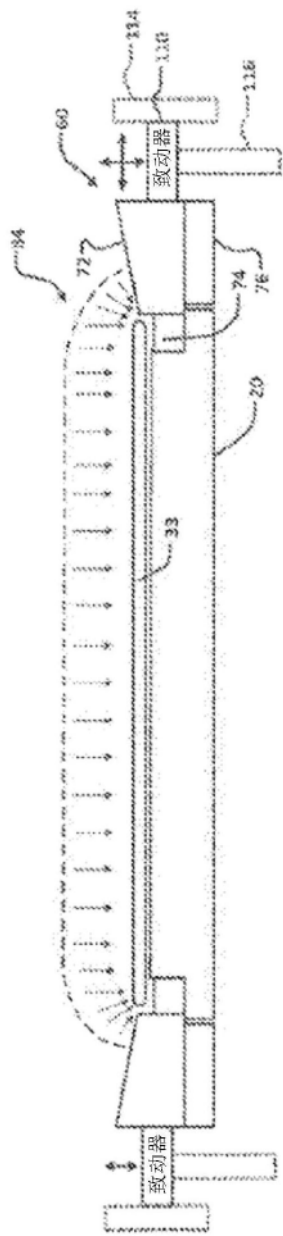


图6

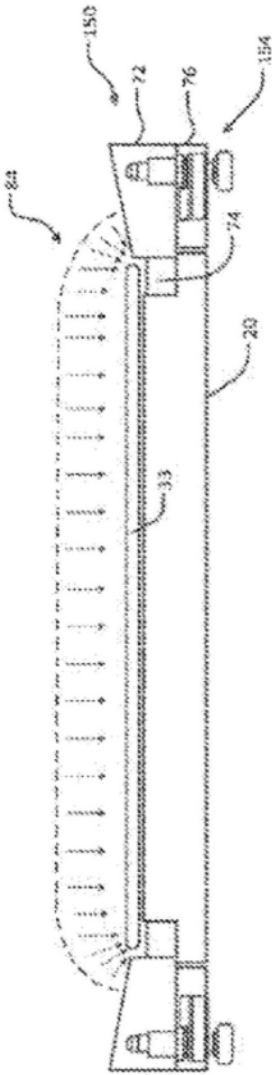


图7

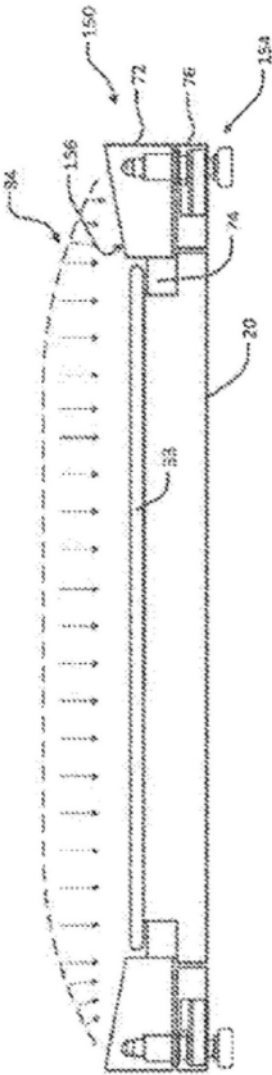


图8

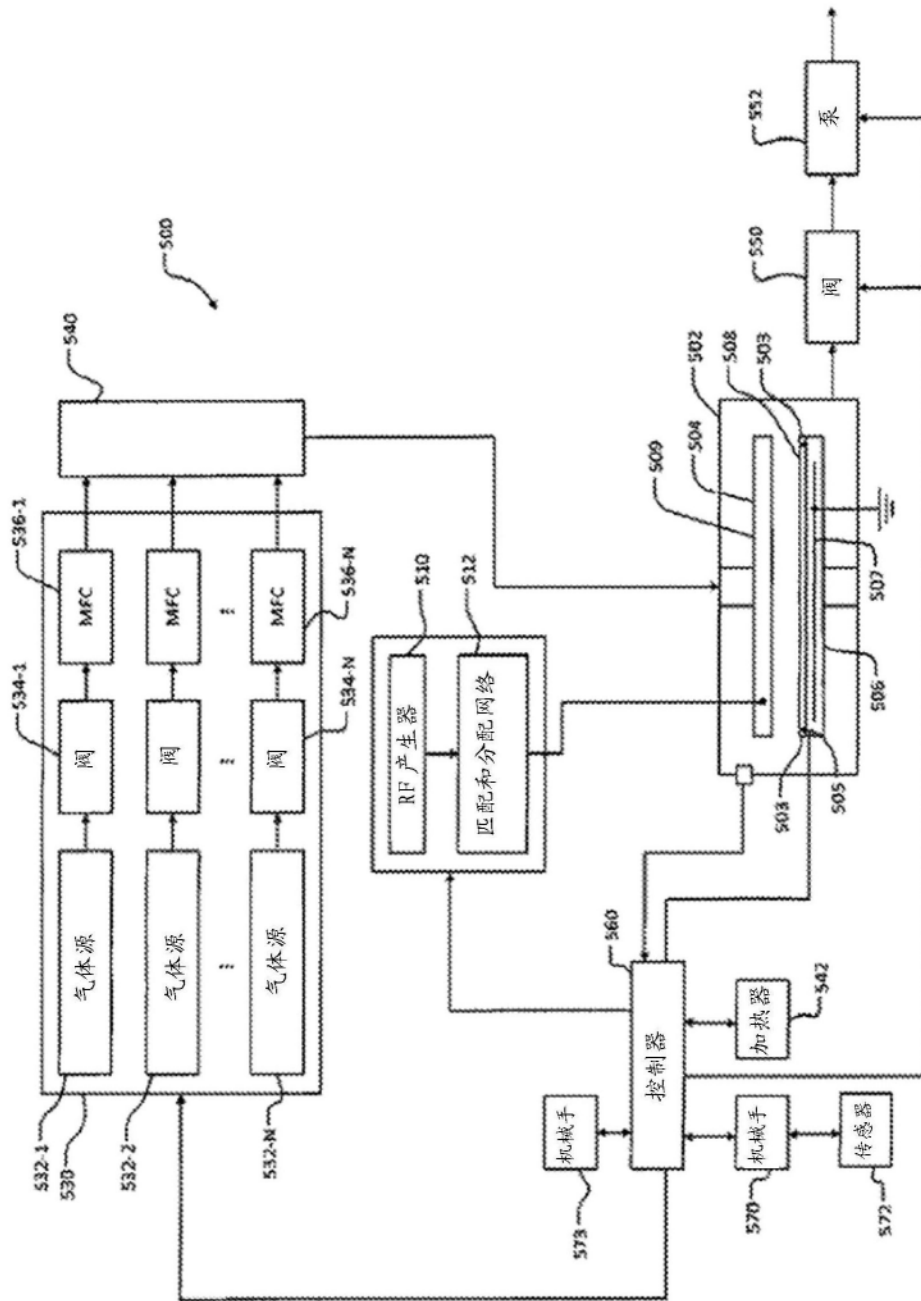


图9

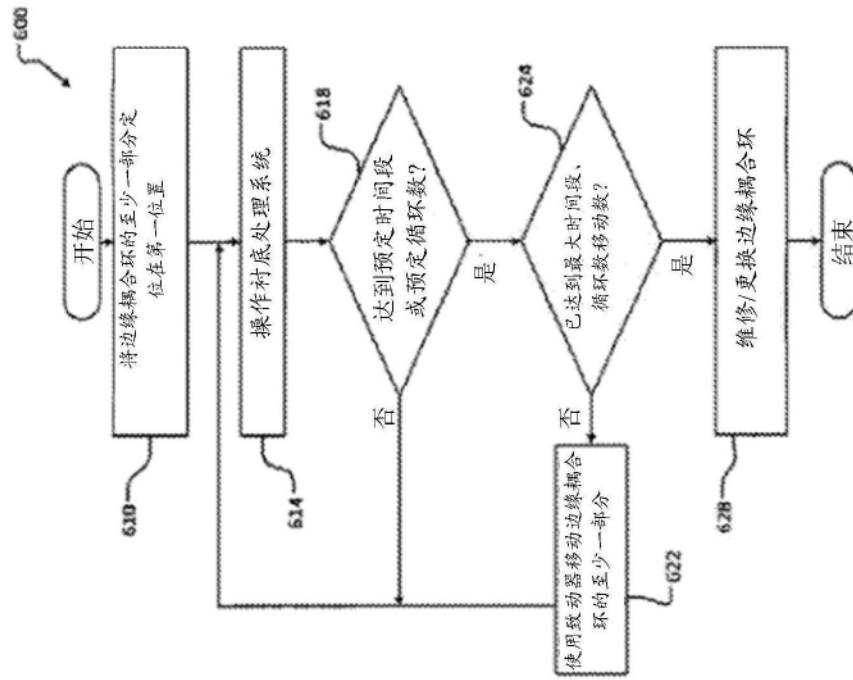


图10

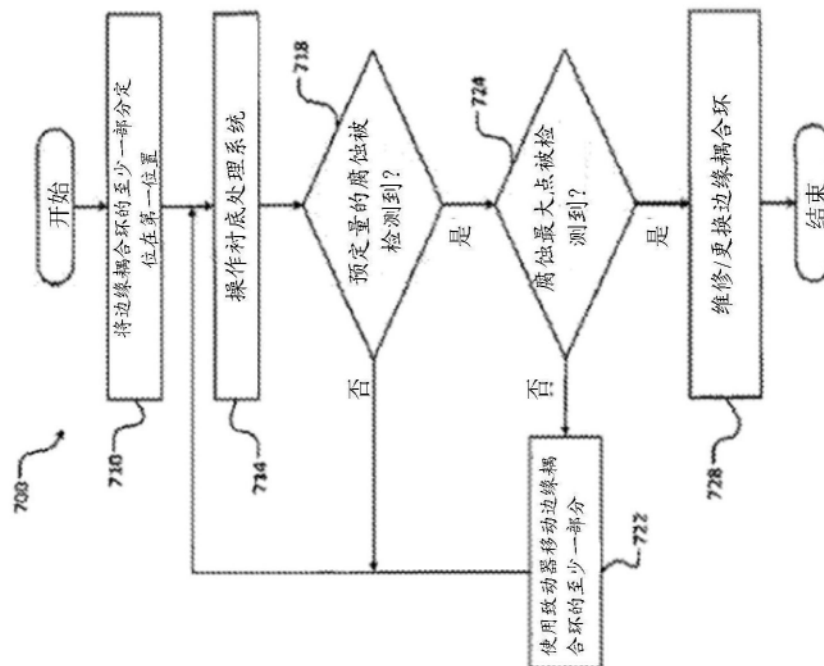


图11

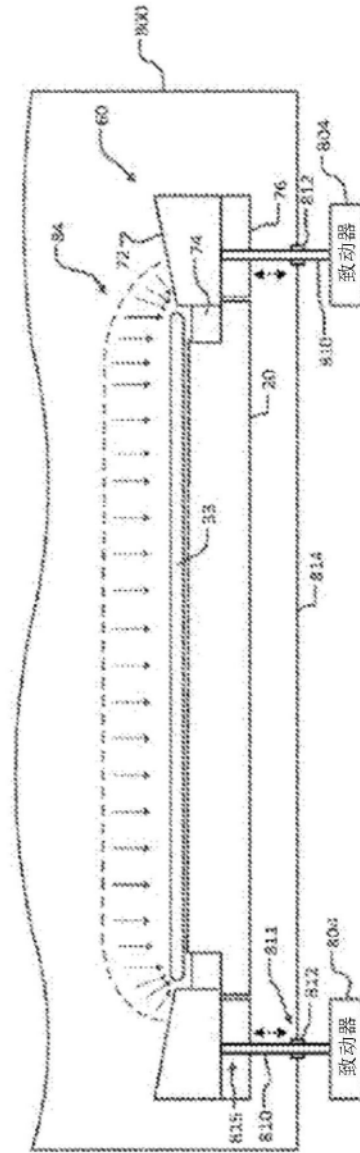


图12

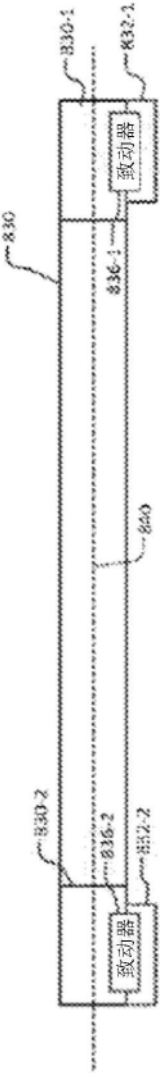


图13A

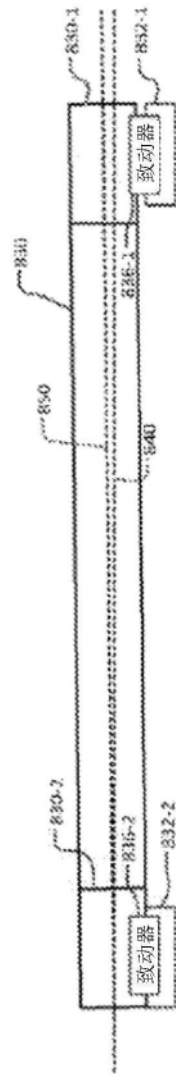


图13B

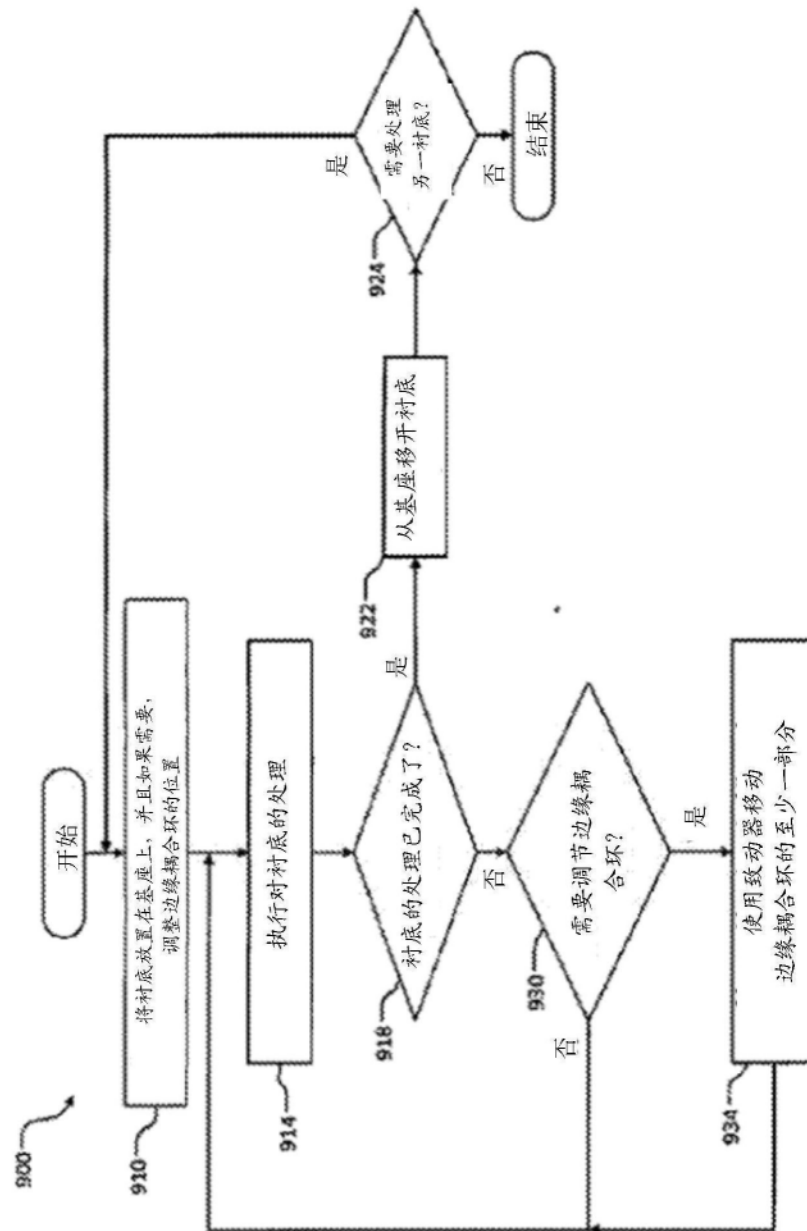


图14

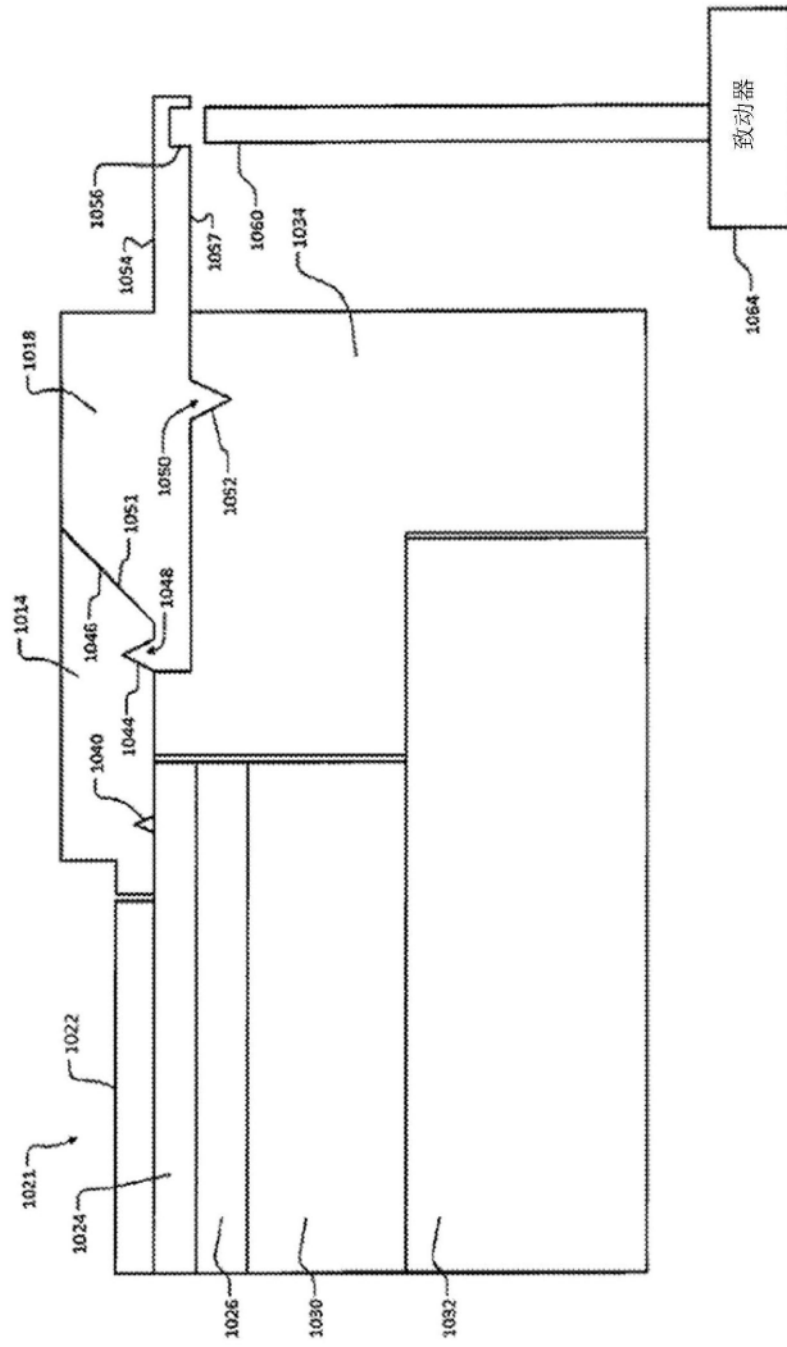


图16

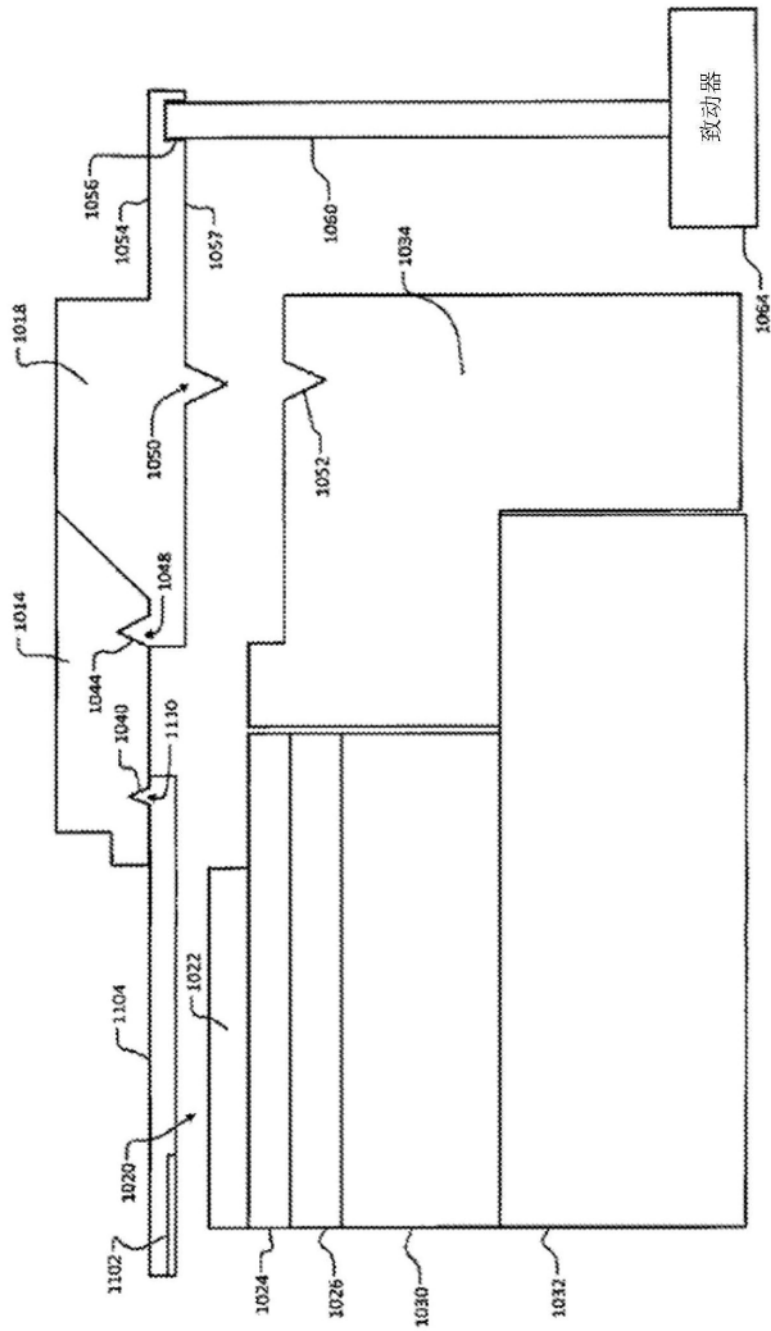


图17

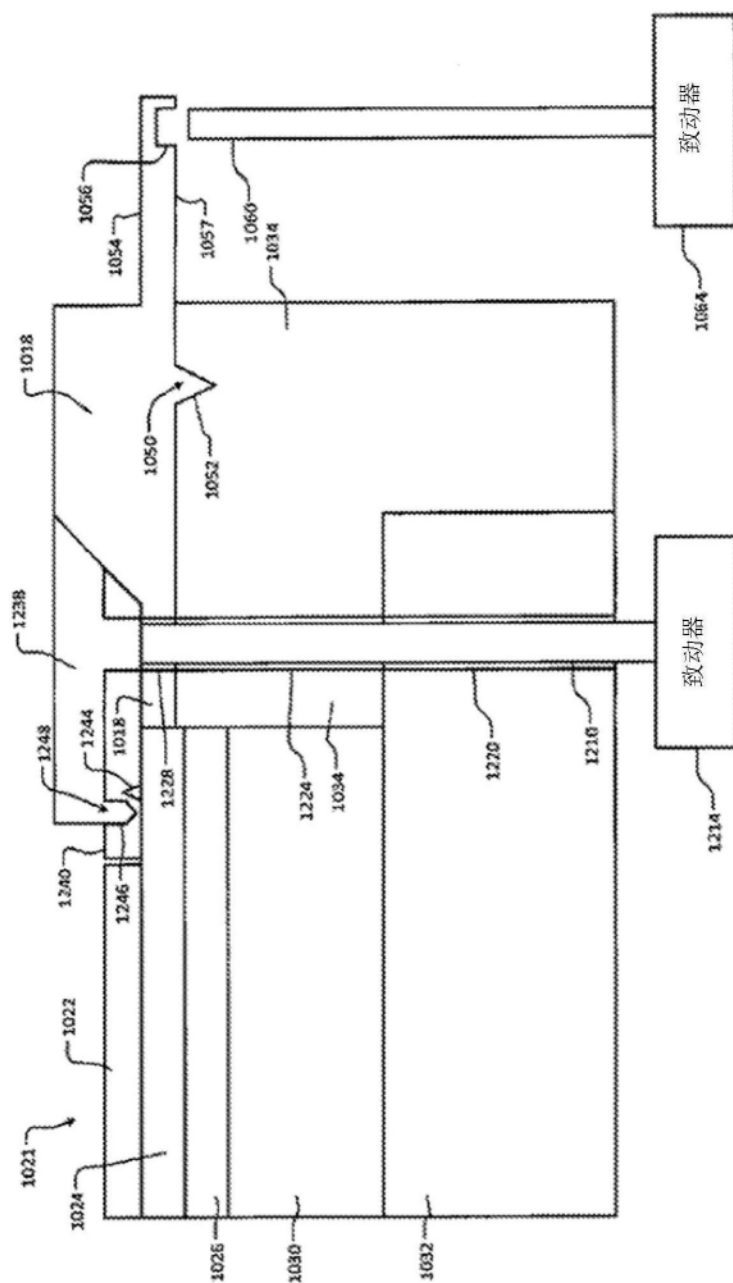


图18

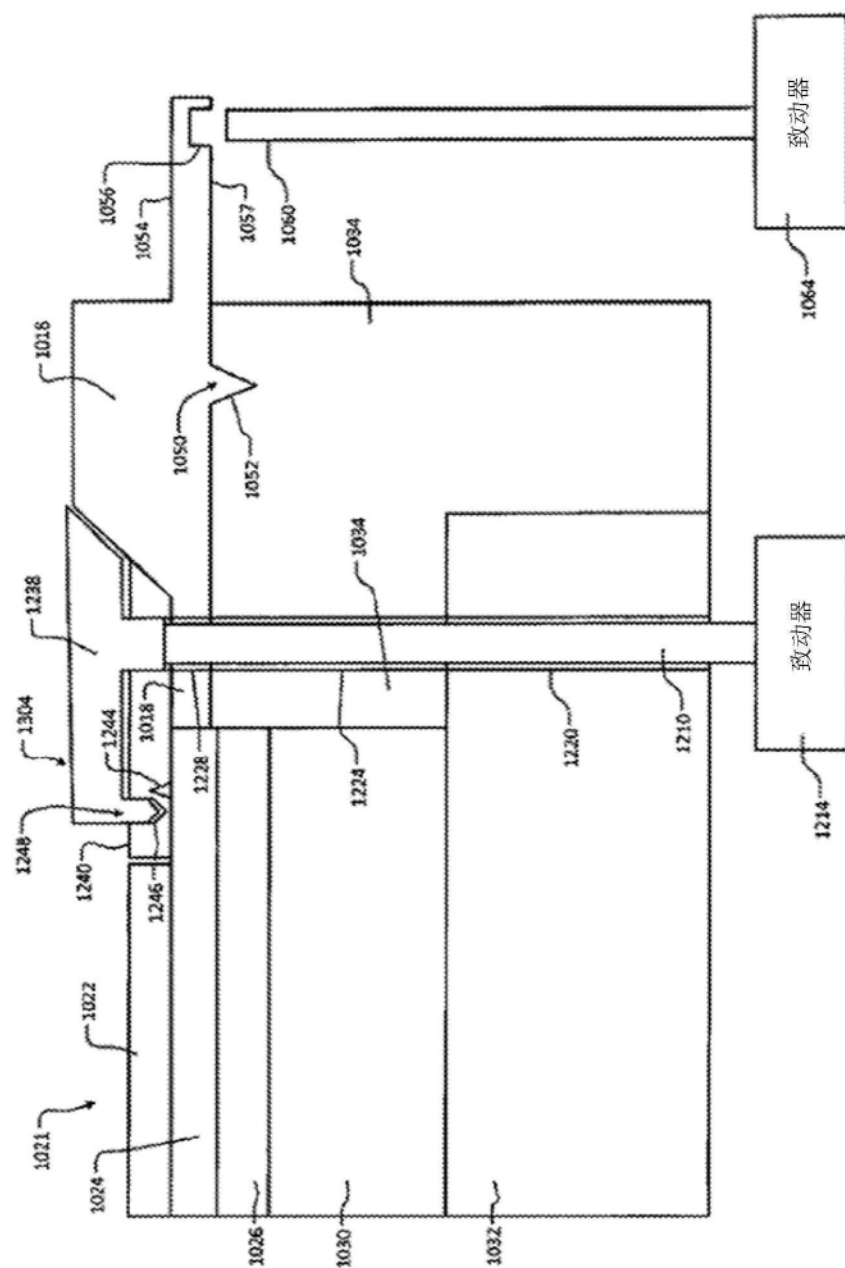


图19

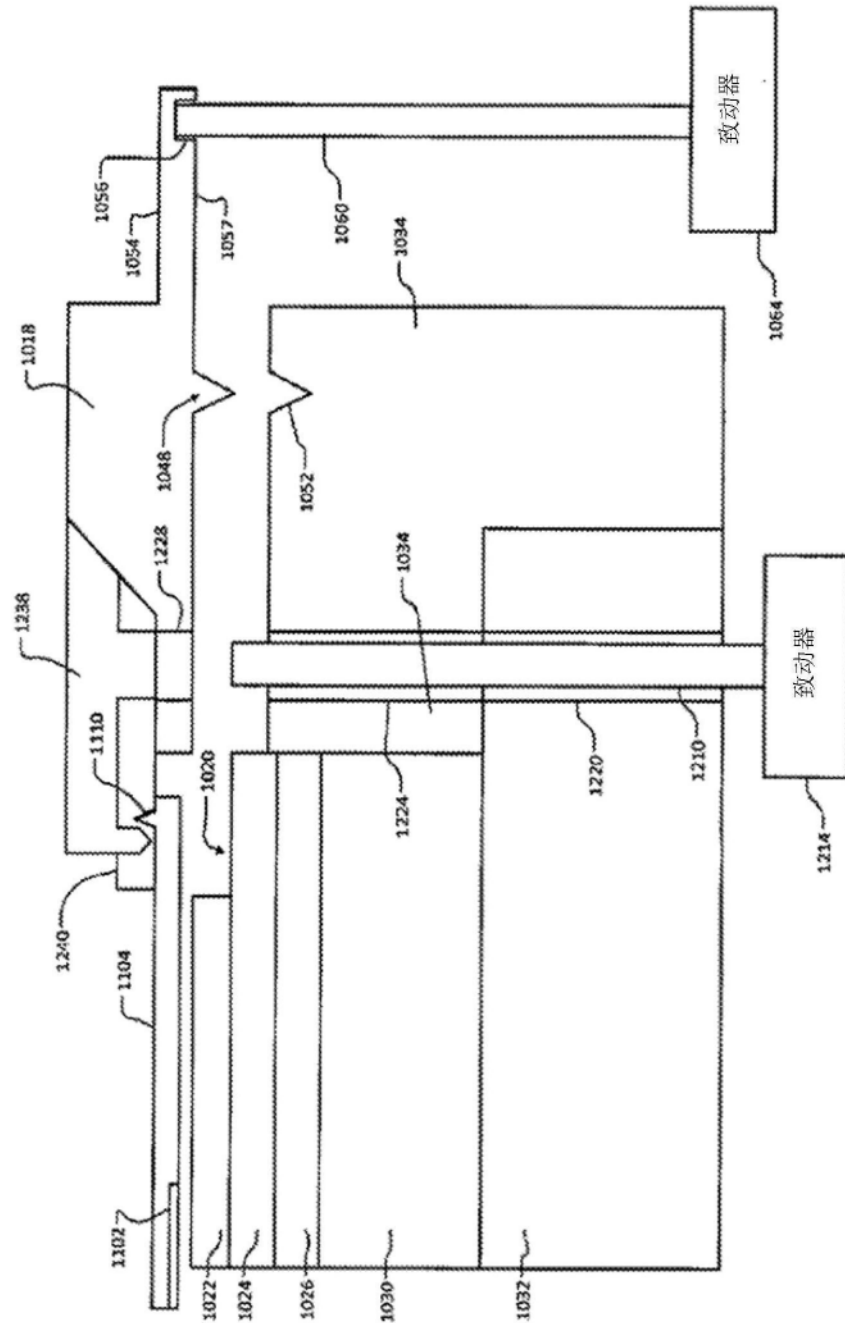


图20

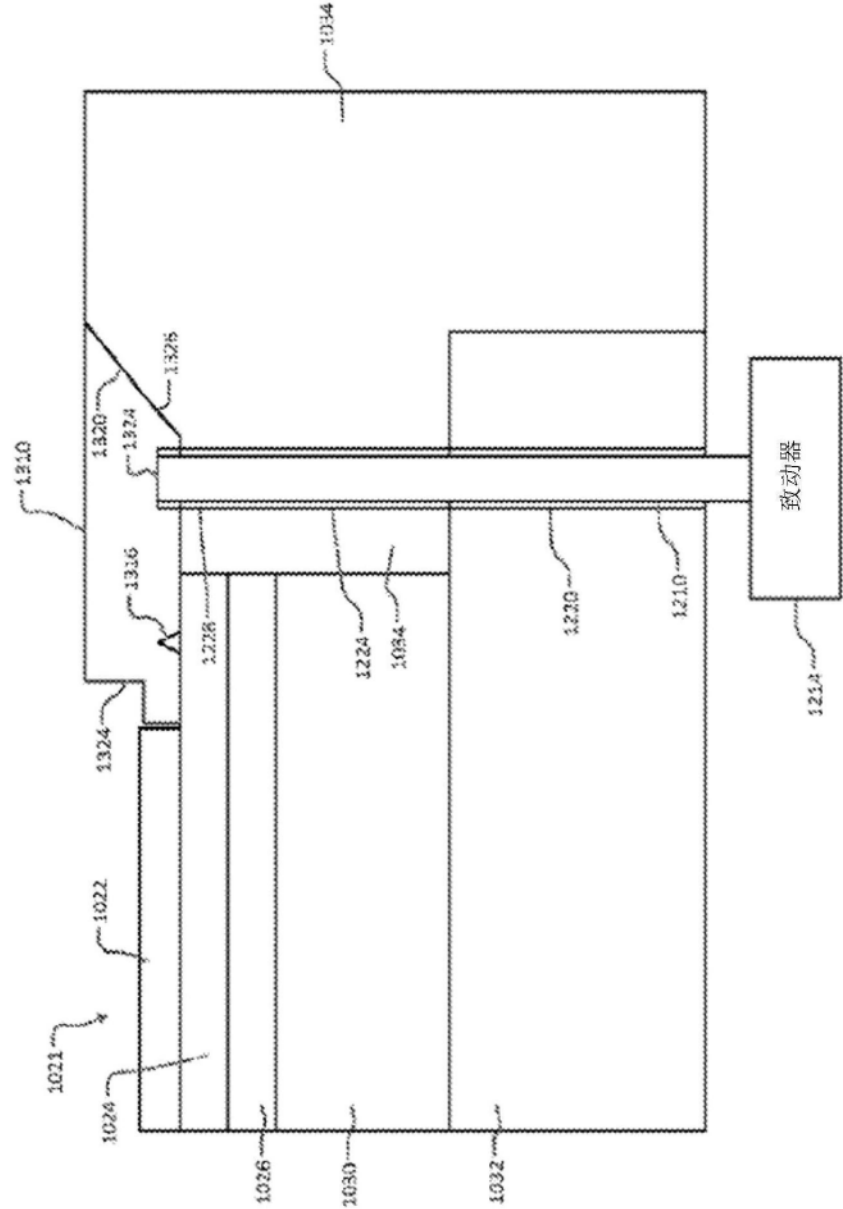


图21

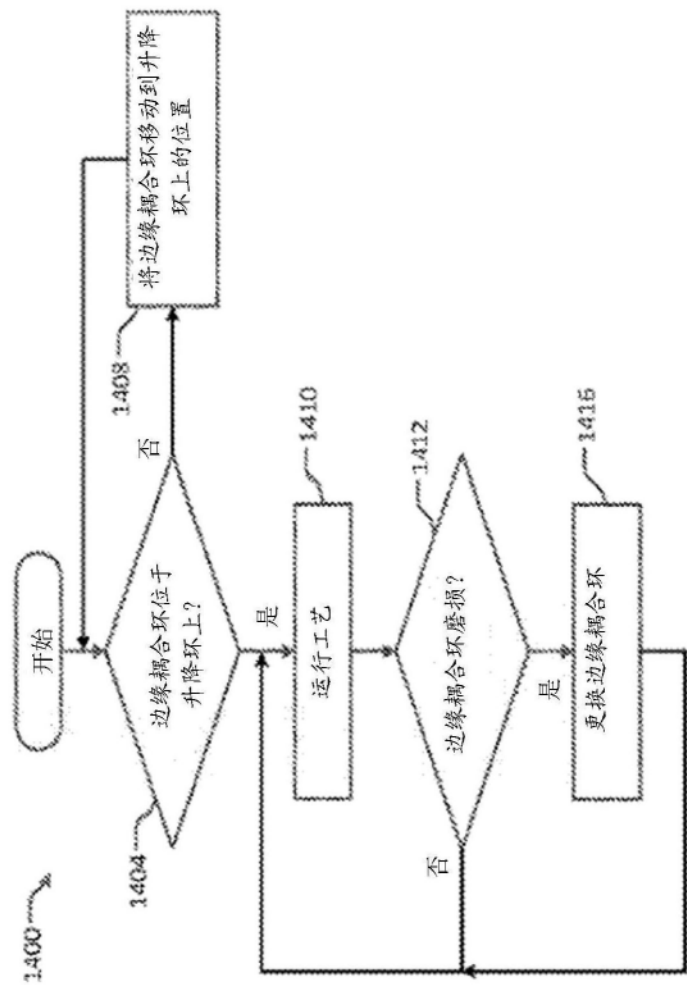


图23

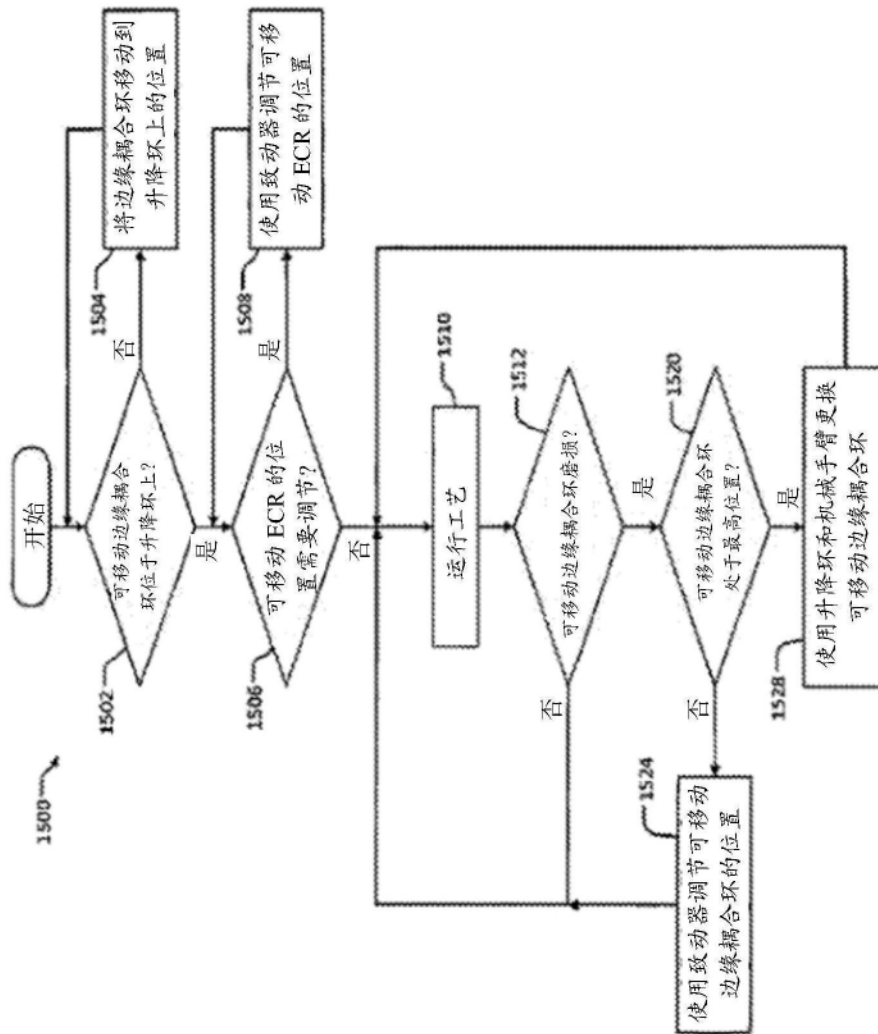


图24

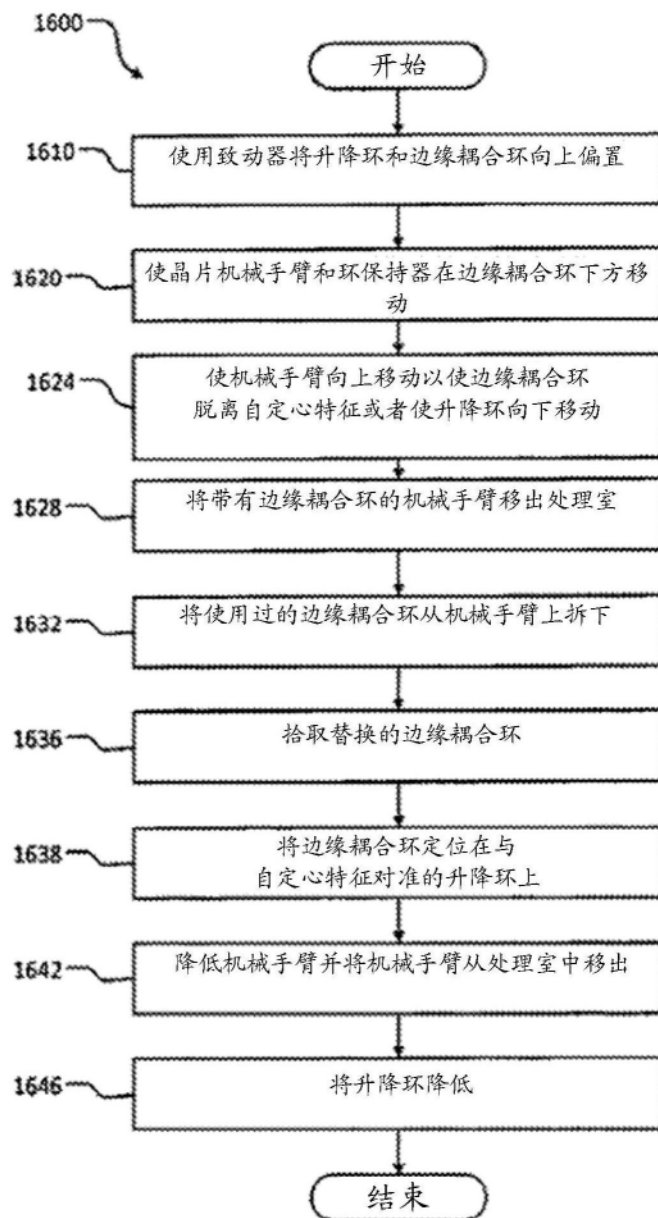


图25

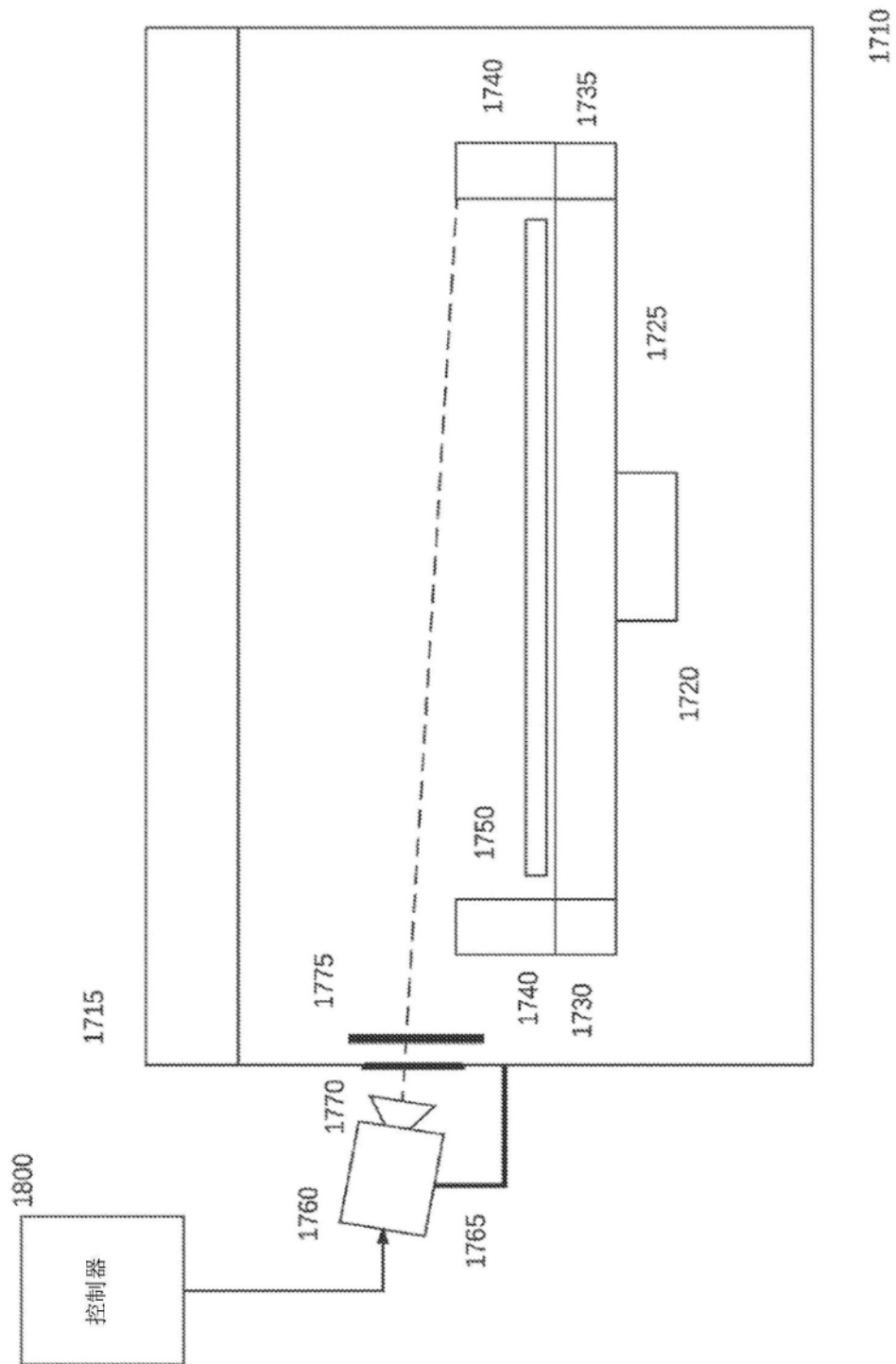


图26

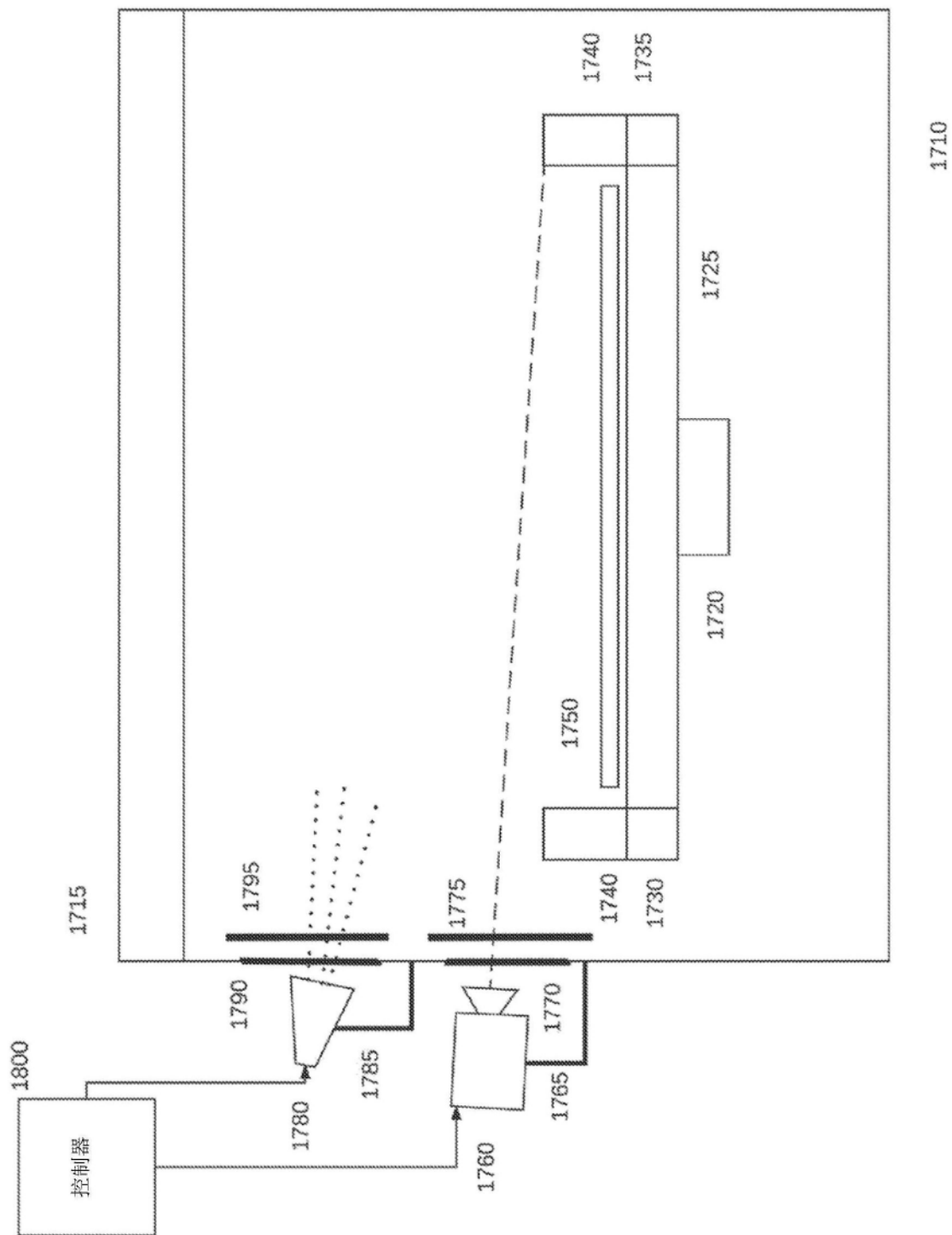


图27

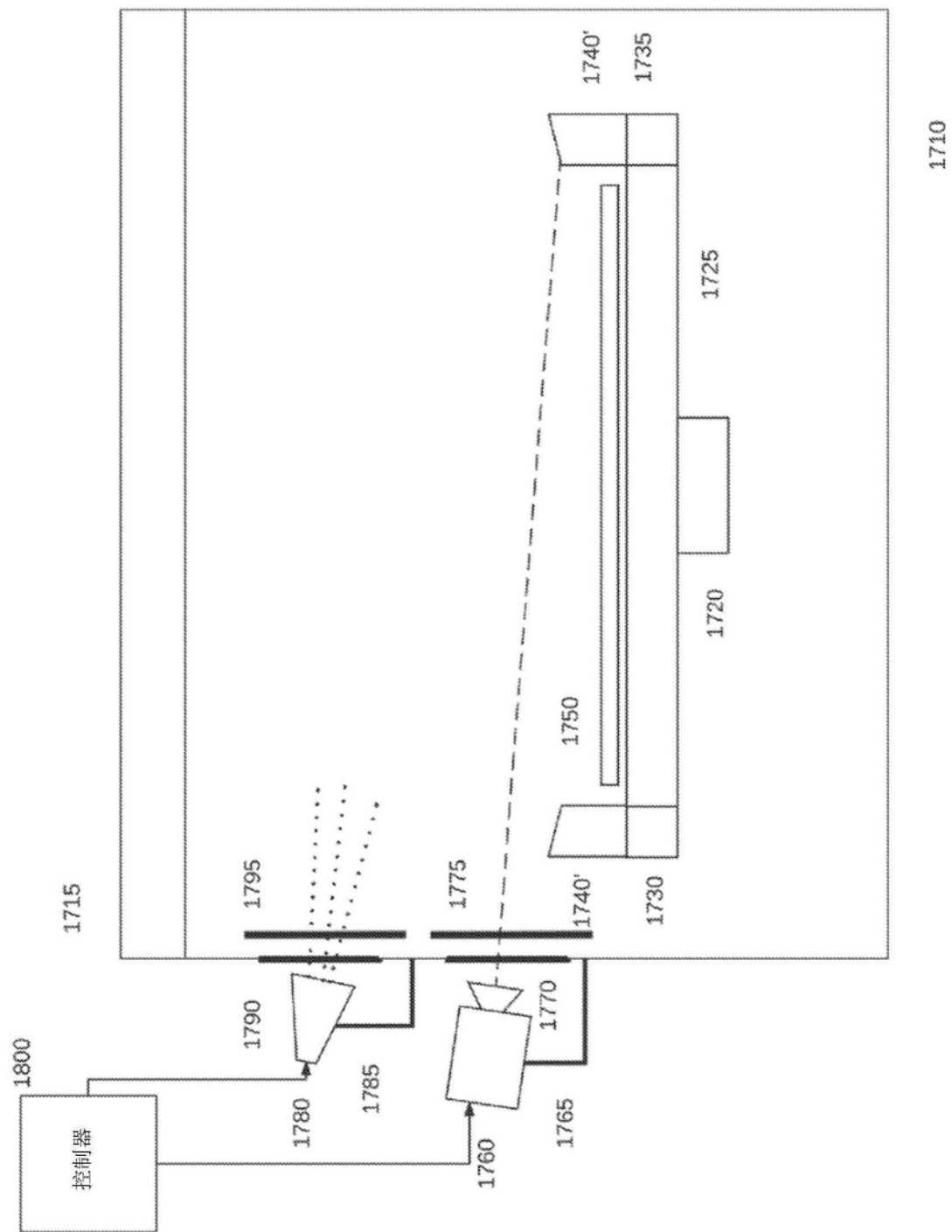


图28

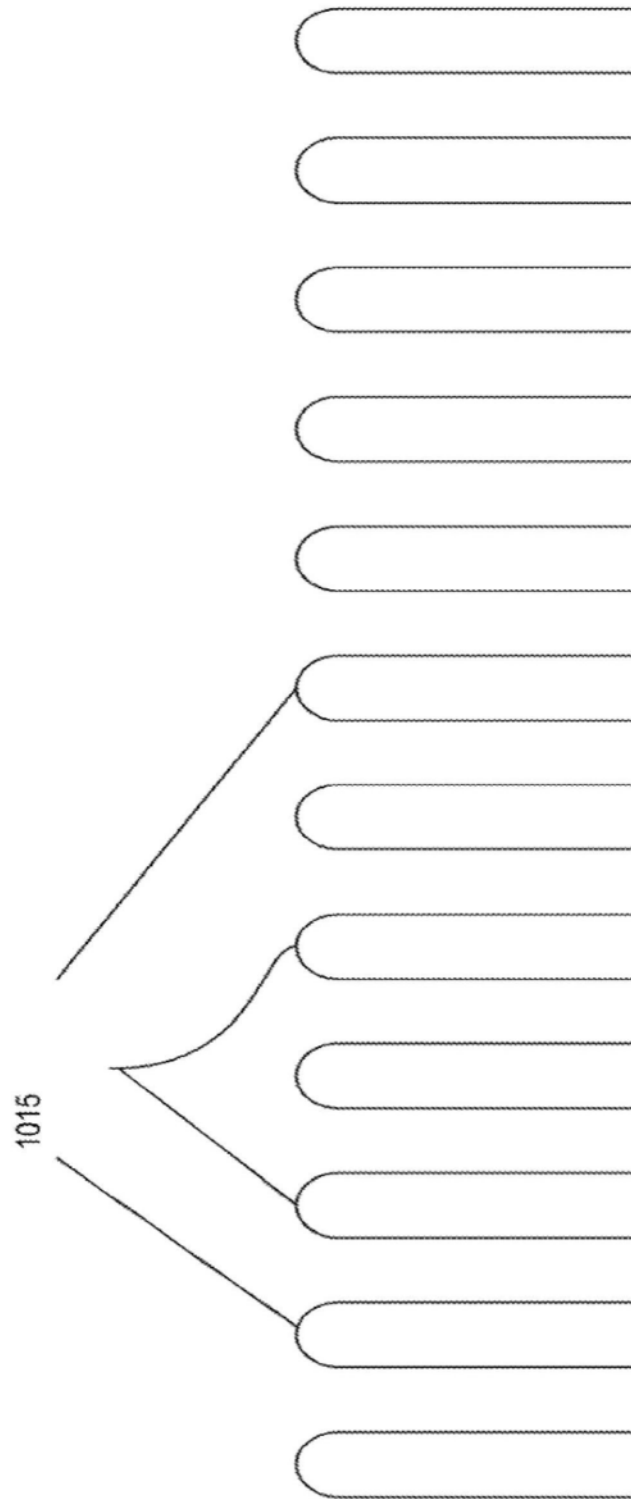


图29A

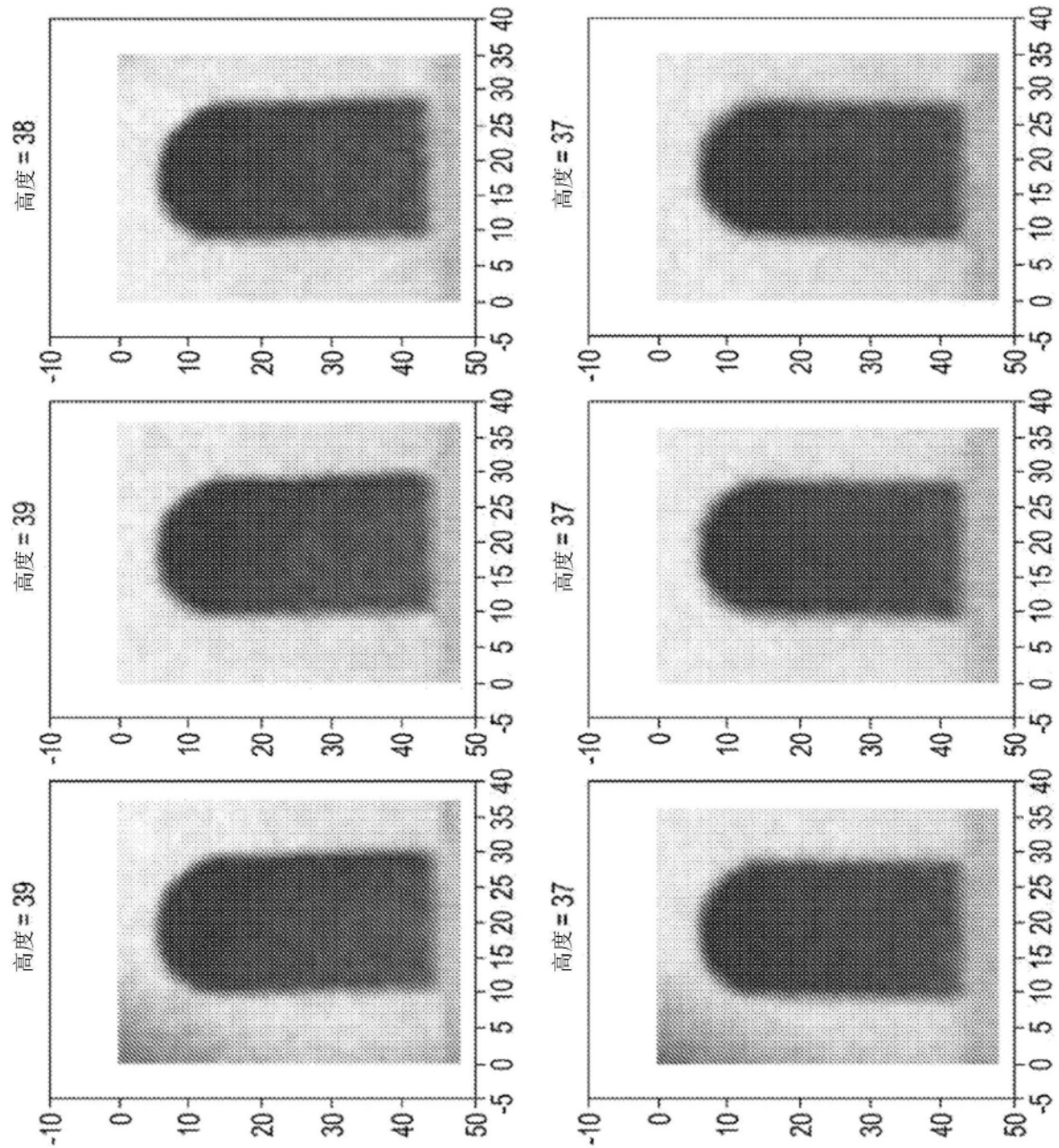


图29B

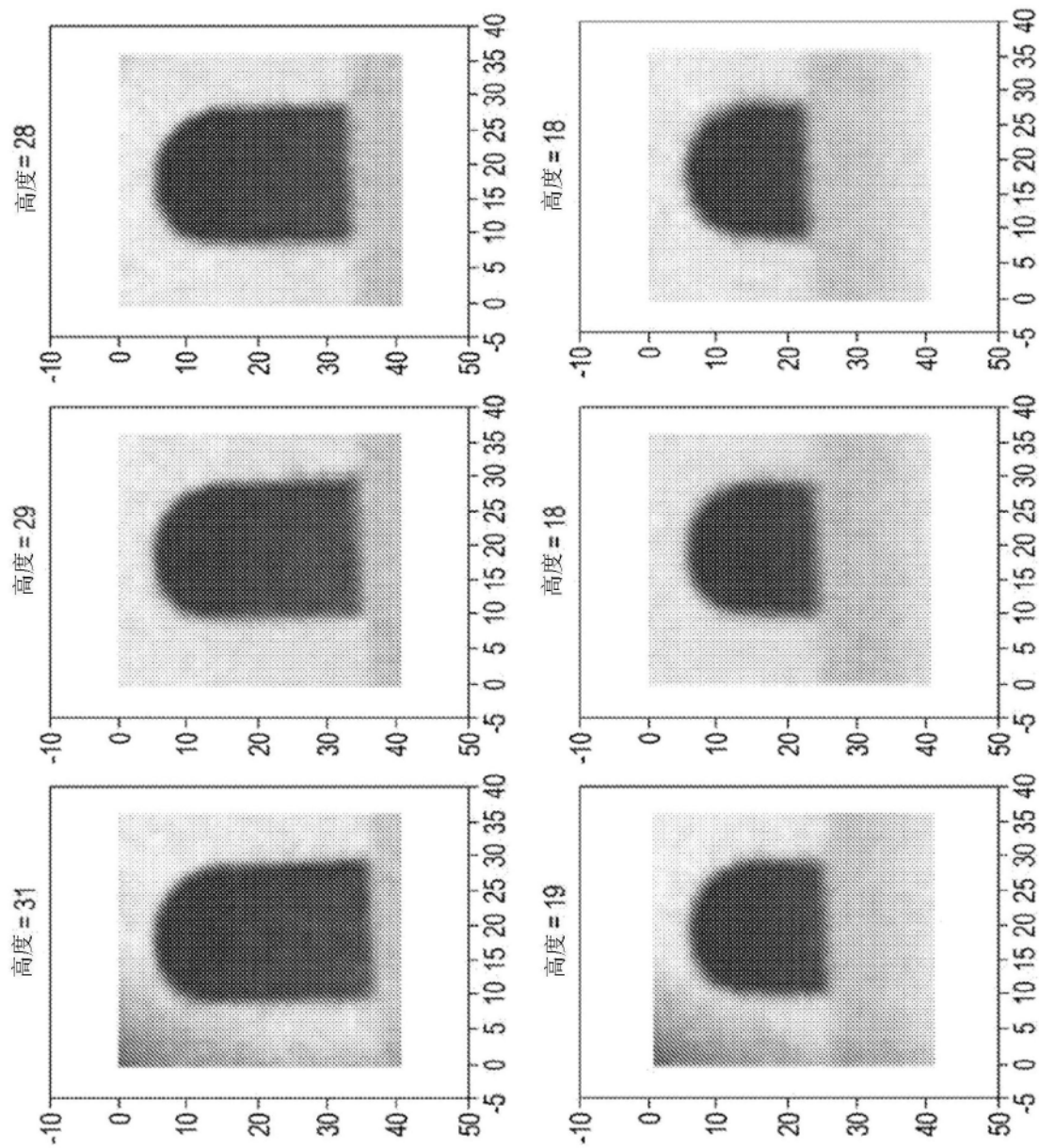


图29C

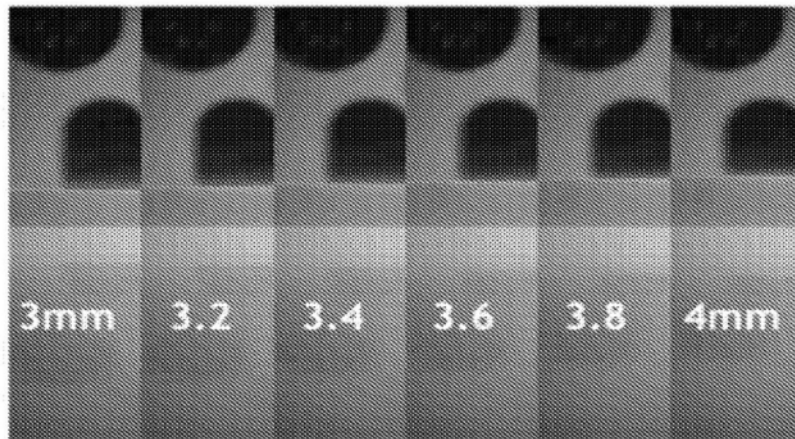


图30A

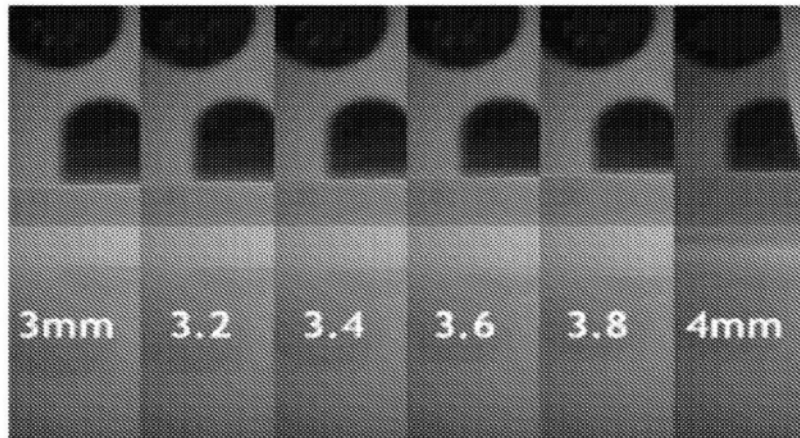


图30B

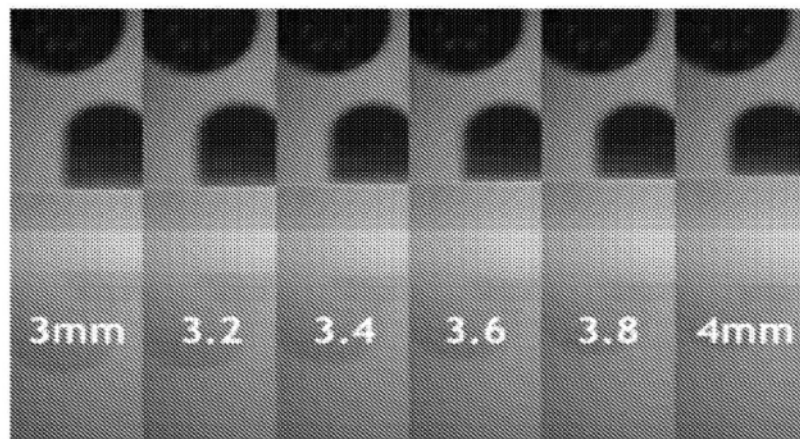


图30C

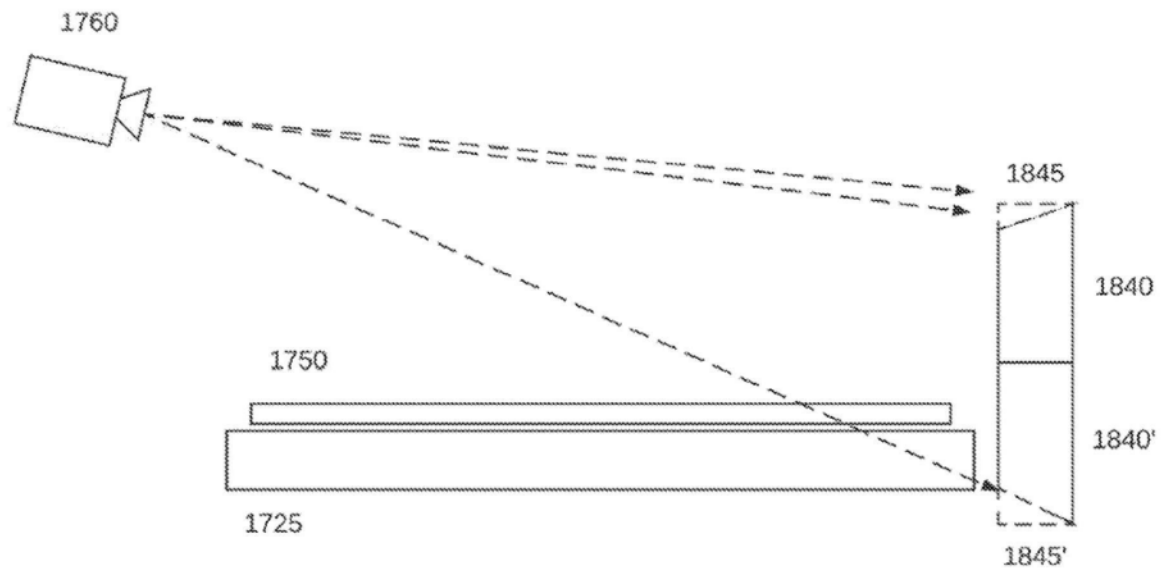


图31

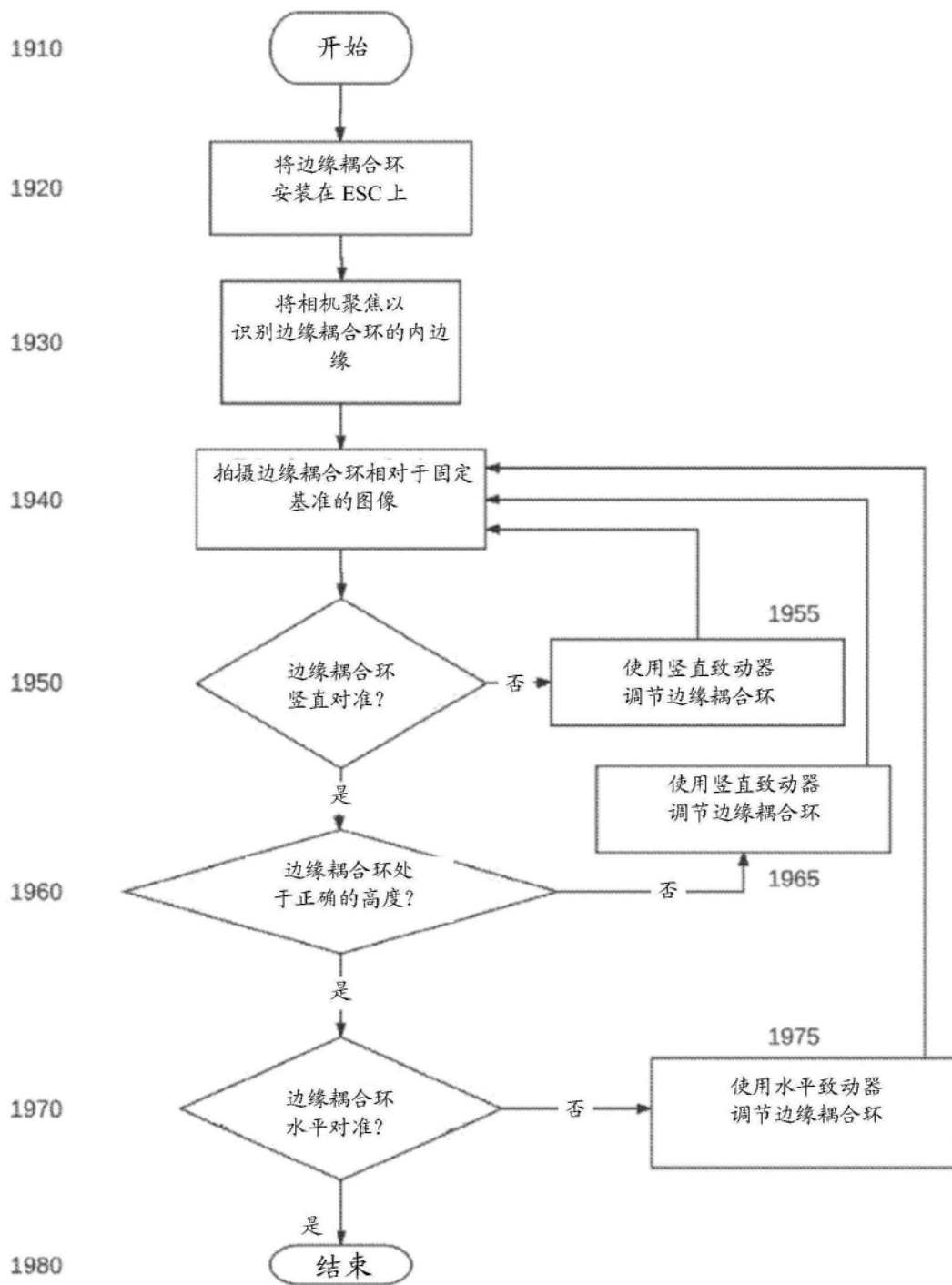


图32

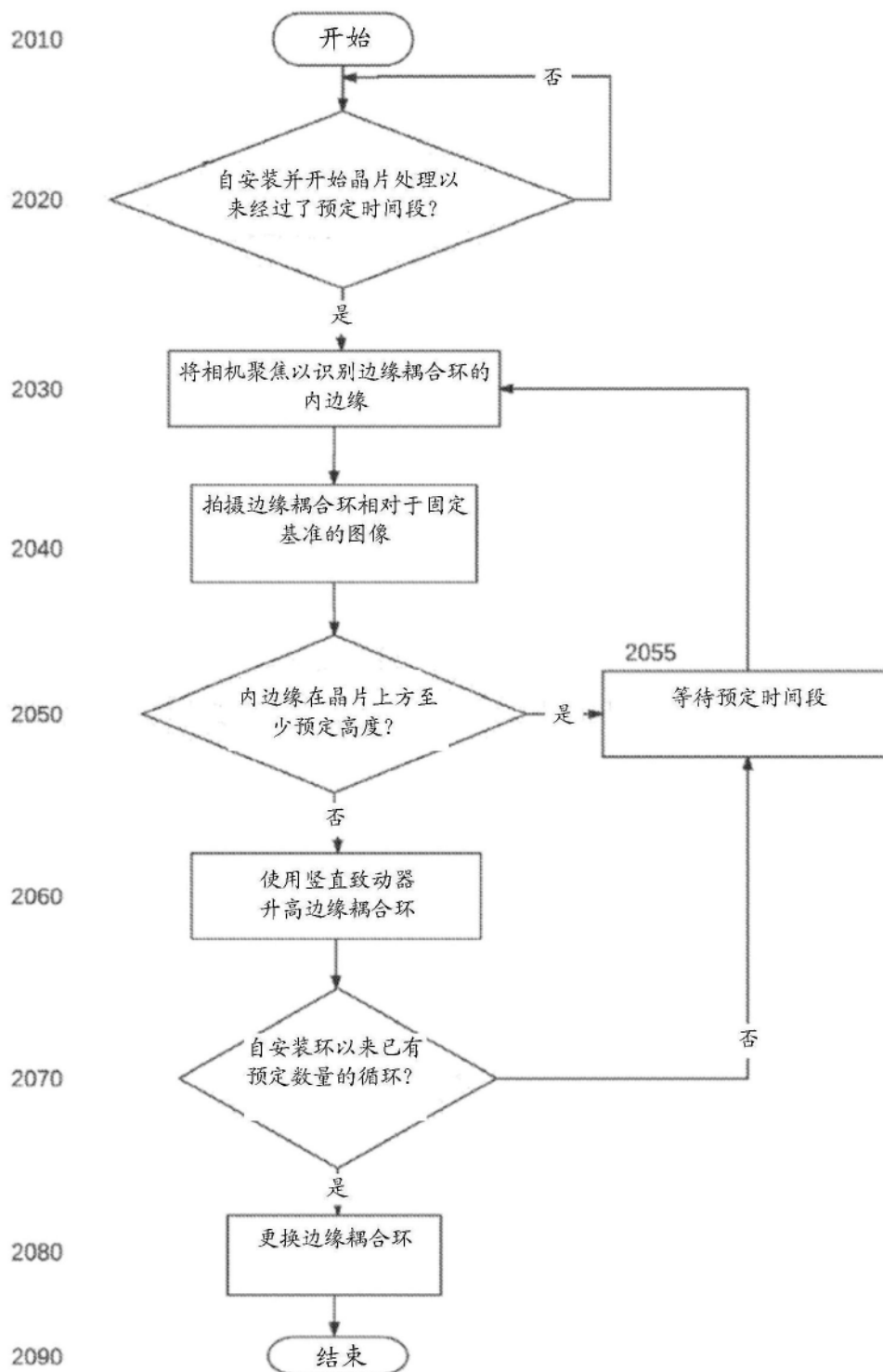


图33